21世纪全国本科院校土木建筑类创新型应用人才培养规划教材

房屋建筑学

（下：工业建筑）（第2版）

主　编　钱　坤　吴　歌
主　审　姜　平　金玉杰



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

说　明

本书电子版仅提供给高校任课教师使用，如有任课教师需要全本教材浏览或需要本书课件等相关教学资料，请联系北京大学出版社客服，微信手机同号：15600139606，扫下面二维码可直接联系。

由于教材版权所限，仅限任课教师索取，谢谢！



21世纪全国本科院校土木建筑类创新型应用人才培养规划教材

房屋建筑学

（下：工业建筑）（第2版）

主　编　钱　坤　吴　歌
副主编　包　新　王若竹
参　编　张　辉　刘　石
　　　　蒋　鑫　朱　珊
　　　　董晓琳
主　审　姜　平　金玉杰

北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本套书共分为《房屋建筑学（上：民用建筑）》（第2版）、《房屋建筑学（下：工业建筑）》（第2版）两册。《房屋建筑学（下：工业建筑）》（第2版）着重阐述了工业建筑设计与建筑构造的基本原理和应用知识，工业构造部分讲述了装配式钢筋混凝土结构厂房及钢结构厂房两种构造。全书共13章，主要内容包括：概论、单层厂房平面设计、单层厂房剖面设计、单层厂房立面及室内设计、单层厂房定位轴线的标定、单层厂房生活间设计、单层厂房围护墙及门窗构造、单层厂房屋面构造、单层厂房天窗构造、钢结构厂房构造、单层厂房地面及其他构造、多层厂房建筑设计、特殊工业厂房设计等。

本书可作为土木工程专业及工程管理专业的教学用书，也可作为电气、给排水、暖通等专业的教学参考书，还可作为从事建筑设计与建筑施工的技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

房屋建筑学．下，工业建筑/钱坤，吴歌主编．—2版．—北京：北京大学出版社，2016.10
（21世纪全国本科院校土木建筑类创新型应用人才培养规划教材）
ISBN 978-7-301-27496-5

Ⅰ．①房… Ⅱ．①钱…②吴… Ⅲ．①工业建筑—房屋建筑学—高等学校—教材 Ⅳ．①TU22

中国版本图书馆CIP数据核字（2016）第216396号

书 名 房屋建筑学（下：工业建筑）（第2版）
Fangwu Jianzhuxue
著作责任者 钱 坤 吴 歌 主编
策划编辑 吴 迪 卢 东
责任编辑 伍大维
标准书号 ISBN 978-7-301-27496-5
出版发行 北京大学出版社
地 址 北京市海淀区成府路205号 100871
网 址 http://www.pup.cn 新浪微博：@北京大学出版社
电子信箱 pup_6@163.com
电 话 邮购部62752015 发行部62750672 编辑部62750667
印 刷 者
经 销 者 新华书店
787毫米×1092毫米 16开本 15.75印张 363千字
2009年8月第1版
2016年10月第2版 2016年10月第1次印刷
定 价 36.00元

第 2 版前言

《房屋建筑学（下：工业建筑）》自 2009 年出版以来，经多所相关院校教学使用，整体反映良好。随着近年来国家关于建设工程的新政策、新法规的不断出台，一些新的规范、规程陆续颁布实施，为了更好地开展教学，满足大学生学习的要求，我们对本书进行了修订。

这次修订主要做了以下工作。

（1）根据现行《建筑采光设计标准》（GB 50033—2013），对工业建筑窗地面积比和采光有效进深进行修订。

（2）根据现行《建筑设计防火规范》（GB 50016—2014），对疏散距离、疏散宽度进行校核。

（3）根据现行《厂房建筑模数协调标准》（GB/T 50006—2010）对厂房设置高低跨的高度进行调整。

（4）对单层厂房立面设计内容进行精简，力求简单易懂。

（5）根据现行《厂房建筑模数协调标准》（GB/T 50006—2010）对多层厂房常用柱网进行调整。

（6）根据现行设计规范和图集，对钢结构厂房节点构造进行调整。

（7）根据实际工程和以往设计经验，对工业建筑课程设计任务进行调整。

经修订，本书具有以下特点。

（1）本书的最大特点——新。紧密结合现行最新的设计规范和图集，对书中涉及的规范内容全部进行更改和替换。不断更新和深化教学内容，抓住学科前沿，补充教学内容，保持与国内外先进建筑技术水平的同步更新。

（2）注重学生综合能力的培养，教材中加入实际工程图进行分析总结，提高学生分析和解决问题的能力。

（3）本书整体设计采用理论与实践有机结合，一线贯穿。以知识点为单元组织教学，内容模块化，并保证知识的系统性。明确课程的重点和难点，加强房屋建筑学课程表现内容与后续专业理论课程和专业设计课程的有机衔接，做到各专业知识内容的融合和综合运用，为培养注册建筑师、注册监理工程师、注册建造师、注册造价师等打下良好基础。

本书修订人员如下。

第 1 章　钱　坤　蒋　鑫
第 2 章　包　新　张　辉
第 3 章　王若竹　张　辉
第 4 章　王若竹　刘　石
第 5 章　董晓琳　张　辉
第 6 章　吴　歌　刘　石
第 7 章　钱　坤　吴　歌

第8章　吴　歌　朱　珊
第9章　刘　石　董晓琳
第10章　钱　坤　蒋　鑫
第11章　钱　坤　刘　石
第12章　包　新　朱　珊
第13章　包　新　蒋　鑫

钱坤、吴歌、包新、王若竹、张辉、刘石、蒋鑫为吉林建筑大学教师，朱珊为吉林大学教师，董晓琳为长春建筑学院教师。

本书主审为吉林建筑大学姜平和金玉杰。

对于本书存在的不足之处，欢迎同行批评指正。对使用本书、关注本书及提出修改意见的同行表示深深的感谢。

编　者
2016年6月

第 1 版前言

房屋建筑学是土木工程专业、工程管理专业的必修课程之一，它是一门研究建筑空间组合与建筑构造理论和方法的专业课，该课程具有内容丰富、信息量大、综合性强、与实际工程联系紧密等特点。房屋建筑学课程的设置，其主要目的是培养学生具有从事中小型建筑方案设计和建筑施工图设计的初步能力，并为后续课程奠定必要的专业基础知识。本书继承了以往房屋建筑学教材的理论精华，紧密结合国家标准图集、新规范、新标准，引用的节点构造均为我国现行节能建筑构造。本书结构合理、层次清晰，每章均有教学目标与要求、本章小结、本章相关的背景知识及本章习题，既方便教师教学，也方便学生学习，充分体现教材的指导性。本书可作为土木工程专业及工程管理专业的教学用书，也可作为电气、给排水、暖通等专业的教学参考书，还可作为从事建筑设计与建筑施工的技术人员的参考书。

《房屋建筑学》(下：工业建筑)各章的执笔人如下：

第 1 章　王福阳　杨元新
第 2 章　包　新　王若竹
第 3 章　包　新　吴　歌
第 4 章　包　新　金玉杰
第 5 章　钱　坤　杨元新
第 6 章　钱　坤　金玉杰
第 7 章　钱　坤　杨元新
第 8 章　吴　歌　钱　坤
第 9 章　吴　歌　张风锐
第 10 章　王若竹　钱　坤
第 11 章　吴　歌　包　新
第 12 章　王若竹　许君臣
第 13 章　吴　歌　包　新

各执笔人单位：

钱坤、吴歌、包新、王若竹、金玉杰、王福阳、许君臣　　吉林建筑工程学院

杨元新　　吉林省林业勘察设计研究院

本书主审为吉林建筑工程学院姜平。

本书在编写过程中，得到邹建奇、尹新生教授的大力支持，在此表示衷心的感谢。

本书在编写过程中，参考并引用一些公开出版和发表的文献和著作，谨向其作者表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限，缺点和不足之处在所难免，敬请读者批评指正。

编　者

2009 年 6 月

目　　录

第1章 概论

【教学目标与要求】

- 熟悉工业建筑的设计特点。
- 掌握工业建筑的分类。
- 了解工业建筑的设计任务及要求。
- 了解厂房内常用的起重运输设备。
- 熟悉单层厂房的结构组成。
- 掌握装配式钢筋混凝土单层厂房的构件组成。

1.1 工业建筑的特点、分类

工业建筑是指从事各类工业生产及直接为生产服务的房屋。直接从事生产的房屋包括主要生产房屋、辅助生产房屋，这些房屋常被称为“厂房”或“车间”。而为生产服务的储藏、运输、水塔等房屋设施不是厂房，但也属于工业建筑。这些厂房和所需要的辅助建筑及设施有机地组织在一起就构成了一个完整的工厂。

1.1.1 工业建筑的特点

工业建筑与民用建筑一样，要满足适用、安全、经济、美观的需求，在设计原则、建筑用料和建筑技术等方面，两者也有许多共同之处。但由于生产工艺复杂多样，在设计配合、使用要求、室内采光、屋面排水及建筑构造等方面，工业建筑又具有如下特点。

(1) 厂房的建筑设计是在工艺设计人员提出的工艺设计图的基础上进行的，建筑设计在适应生产工艺要求的前提下，应为工人创造良好的生产环境并使厂房满足适用、安全、经济和美观的要求。

(2) 由于厂房中的生产设备多、质量大，各部门生产联系密切，并有多种起重运输设备通行，致使厂房内部具有较大的敞通空间。例如，有桥式吊车的厂房，室内净高一般均在8m以上；有6 000t以上水压机的锻压车间，室内净高可超过20m，厂房长度一般均在数十米以上；有些大型轧钢厂，可长达数百米甚至超过千米。

(3) 当厂房宽度较大时，特别是多跨厂房，为满足室内采光、通风的需要，屋盖上往往设有天窗，为了屋面防水、排水的需要，还应设置屋面排水系统(天沟及雨水管)。这些设施均使屋盖构造复杂。由于设有天窗，室内大都无天棚，屋盖承重结构袒露于室内。

(4) 在单层厂房中，由于其跨度大，屋盖及吊车荷载较重，多采用钢筋混凝土排架结

构承重；在多层厂房中，由于楼面荷载较大，广泛采用钢筋混凝土骨架承重；对于特别高大的厂房，或有重型吊车的厂房，或高温厂房，或地震烈度较高地区的厂房，宜采用钢骨架承重。

1.1.2 工业建筑的分类

工业生产的类别繁多，生产工艺不同，分类也随之而异，在建筑设计中常按厂房的用途、内部生产状况及层数进行分类。

1. 按厂房的用途分类

(1) 主要生产厂房：指进行产品加工的主要工序的厂房，如机械制造厂中的铸工车间、机械加工车间及装配车间等。这类厂房的建筑面积较大，职工人数较多，在全厂生产中占重要地位，是工厂的主要厂房。

(2) 辅助生产厂房：指为主要生产厂房服务的厂房，如机械制造厂中的机修车间、工具车间等。

(3) 动力类厂房：指为全厂提供能源和动力的厂房，如发电站、锅炉房、变电站、煤气发生站、压缩空气站等。动力设备的正常运行对全厂生产特别重要，故这类厂房必须具有足够的坚固性、耐久性，妥善的安全措施和良好的使用质量。

(4) 储藏类建筑：指用于储存各种原材料、成品或半成品的仓库。由于所储物质的不同，在防火、防潮、防爆、防腐蚀、防变质等方面将有不同要求。设计时应根据不同要求按有关规范、标准采取妥善措施。

(5) 运输类建筑：指用于停放各种交通运输设备的房屋，如汽车库、电瓶车库等。

2. 按车间内部生产状况分类

(1) 热加工车间：指在生产过程中散发出大量热量、烟尘等有害物的车间，如炼钢、轧钢、铸工、锻压车间等。

(2) 冷加工车间：指在正常温度、湿度条件下进行生产的车间，如机械加工车间、装配车间等。

(3) 有侵蚀性介质作用的车间：指在生产过程中会受到酸、碱、盐等侵蚀性介质的作用，对厂房耐久性有影响的车间，如化工厂和化肥厂中的某些生产车间、冶金工厂中的酸洗车间等。这类车间在建筑材料选择及构造处理上应有可靠的防腐蚀措施。

(4) 恒温恒湿车间：指在温度、湿度波动很小的范围内进行生产的车间，如纺织车间、精密仪表车间等。这类车间室内除装有空调设备外，厂房也要采取相应的措施，以减少室外气象对室内温度、湿度的影响。

(5) 洁净车间：指产品的生产对室内空气的洁净程度要求很高的车间，如集成电路车间、精密仪表的微型零件加工车间等。这类车间除对室内空气进行净化处理，将空气中的含尘量控制在允许的范围内以外，厂房围护结构还应保证严密，防止大气灰尘的侵入，以保证产品质量。

车间内部生产状况是确定厂房平、立、剖面及围护结构形式和构造的主要因素之一，设计时应予充分注意。

3. 按厂房层数分类

1）单层厂房

单层厂房(图 1.1)，广泛地应用于各种工业企业，约占工业建筑总量的 75%。它对具有大型生产设备、振动设备、地沟、地坑或重型起重运输设备的生产有较大的适应性，如冶金、机械制造等工业部门。单层厂房便于沿地面水平方向组织生产工艺流程、布置生产设备，生产设备和重型加工件荷载直接传给地基，也便于工艺改革。

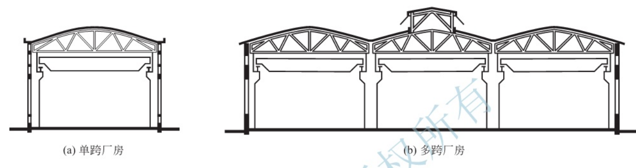


图 1.1 单层厂房

单层厂房按跨数的多少有单跨与多跨之分。多跨大面积厂房在实践中采用得较多，其面积可达数万平方米，单跨厂房采用得较少。但有的生产车间，如飞机装配车间和飞机库常采用跨度很大(36～100m)的单跨厂房。

单层厂房占地面积大，围护结构面积也大(特别是屋顶的面积)；各种工程技术管道较长，维护管理费高；厂房偏长，立面处理单调。

2）多层厂房

多层厂房(图 1.2)，对于垂直方向组织生产及工艺流程的生产企业(如面粉厂)和设备及产品较轻的企业具有较大的适应性，多用于轻工、食品、电子、仪表等工业部门。因它占地面积小，更适用于在用地紧张的城市建厂及老厂改建。在城市中修建多层厂房，还易于适应城市规划和建筑布局的要求。

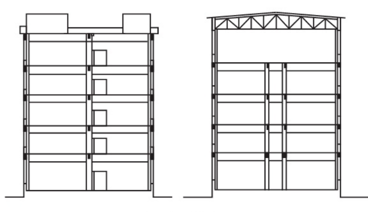
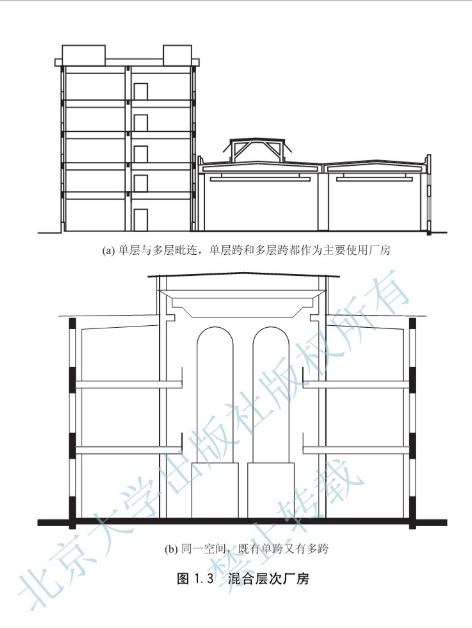


图 1.2 多层厂房

3）混合层次厂房

混合层次厂房(图 1.3)，是指既有单层跨又有多层跨的厂房，单层跨和多层跨都作为主要使用厂房。



(a) 单层与多层毗连，单层跨和多层跨都作为主要使用厂房

(b) 同一空间，既有单跨又有多跨

图 1.3　混合层次厂房

1.2 工业建筑设计任务及设计要求

1.2.1　工业建筑设计任务

工业建筑设计应在分析建设单位提供的任务书的基础上，按工艺专业人员提出的生产工艺要求，确定厂房的平面形状和组合方式、柱网尺寸、剖面形式、层高和层数、建筑体型，确定合理的结构方案和围护结构类型，完成细部设计，协调建筑与结构和设备各专业之间的关系，最终完成全部施工图。

1.2.2　工业建筑设计要求

（1）生产工艺的需要体现了使用功能的要求，其对厂房的面积、柱距、高度、平剖形

式、细部尺寸、结构与构造等都有直接的影响。工业建筑设计要适应工艺中各项条件，要满足设备的安装、操作、运转、检修等要求。例如，有时需在柱距中布置大型设备，可采用12～24m的大柱距；精密仪器厂要求恒温、恒湿、洁净，可采用多层密闭厂房；棉纺厂为避免断纱，要求室内温度稳定，除安装空调外，建筑上常采用北向锯齿形天窗，以免阳光直射。

(2) 满足有关技术要求。所设计的厂房必须具有坚固性和耐久性，使其能经受外力、化学侵蚀等各种不利因素的作用。根据现场条件和材料供应情况积极采用先进技术，努力创造适合我国国情的新形式、新结构和新材料，使设计工作有所创新。

工业建筑设计应使厂房具有较大的通用性和适应扩建的条件，以适应工艺的革新、改造和扩大生产规模的需要；应遵守《建筑模数协调统一标准》(GB/T 50002—2013)与《厂房建筑模数协调标准》(GB/T 50006—2010)的规定，合理选择建筑参数(柱距、跨度、高度)，以便采用标准及通用构件，有利于建筑设计标准化、构配件生产工厂化、施工机械化和管理科学化，从而提高厂房建筑工业化的水平。

(3) 要有良好的综合效益。工业建筑设计中要注意提高建筑的经济、社会和环境的综合效益，三者之间不可偏废，不能片面强调其中一个或两个而忽视其他。在经济效益方面，既要注意节约建筑用地和建筑造价，降低材料消耗和能源消耗，缩短施工周期，又要有利于降低日常维修、管理费用，防止盲目、重复建设，或可能出现投资效果差的现象。在社会效益方面，应使工业建筑投产以后，在它所影响范围内的社会生活素质发生有利变化，如人口素质、国民收入、文化福利、社会安全等方面。在环境效益方面，应使工业建筑投产以后，在它所影响范围内的环境质量符合国家有关部门规定的质量标准，要综合治理废水、废气，控制生产的噪声，注意保持生态平衡。

(4) 满足卫生等方面的要求。对生产中所产生的有害因素，应采取必要的措施保证工人的健康。因此要求厂房应有良好的采光和通风条件以及正常的工作环境，并注意室内装修和色彩的处理，以利于减轻工人的疲劳，从而提高产品质量与生产效率。例如，高温车间应采取合理的厂房剖面形式，使通风顺畅，以利于排除热量及有害气体；噪声较大的生产车间，应从工艺、设备及建筑方面采取消声、减声及隔声措施。

(5) 与总平面及环境协调，注意美观。根据生产工艺流程，人流和物流组织、气候、防火、卫生等要求，确定厂房的位置及平面尺寸。在此基础上注意厂房的立面造型的处理，把建筑美与环境美结合起来，创造出良好的室内外工作环境。

1.3 厂房内部的起重运输设备

为在生产中运送原材料、成品或半成品，以及安装、检修生产设备，厂房内应设置必要的起重运输设备。其中各种形式的起重运输设备与土建设计关系密切，需要充分了解。常见的有单轨悬挂式吊车、梁式吊车和桥式吊车等。

1. 单轨悬挂式吊车

单轨悬挂式吊车(图1.4)按操纵方法的不同有手动及电动两种。吊车由运行部分和起升部分组成，安装在工字形钢轨上，钢轨悬挂在屋架(或屋面大梁)的下弦上，它可以布置

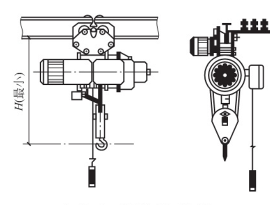


图 1.4　单轨悬挂式吊车

成直线或曲线形(转弯或越跨时用)。为此，厂房屋顶应具有较大的刚度，以适应吊车荷载的作用。

单轨悬挂式吊车适用于小型起重量的车间，一般起重量为 5～50kN。

2. 梁式吊车

梁式吊车(图 1.5)也分手动及电动两种。手动的多用于工作不甚繁忙的场合或检修设备之用；一般厂房多用电动梁式吊车，可在吊车上的司机室内操纵，也可在地面操纵。梁式吊车由起重行车和支撑行车的横梁组成，横梁断面为“工”字形，可作为起重行车的轨道，横梁两端有行走轮，以便在吊车轨道上运行。吊车轨道可悬挂在屋架下弦上[图 1.5(a)]或被支承在吊车梁上，后者通过牛腿等支承在柱子上[图 1.5(b)]。梁式吊车适用于小型起重量的车间，起重量一般为 10～50kN。确定厂房高度时，应考虑该吊车净空高度的影响，结构设计时应考虑吊车荷载的影响。

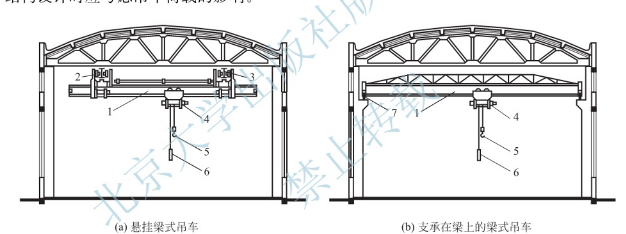


图 1.5　梁式吊车

1—钢梁；2—运行装置；3—轨道；4—提升装置；5—吊钩；6—操纵开关；7—吊车梁

3. 桥式吊车

桥式吊车(图 1.6)由起重行车及桥架组成，桥架上铺有起重行车运行的轨道(沿厂房横向运行)，桥架两端借助车轮可在吊车轨道上运行(沿厂房纵向)，吊车轨道铺设在柱子支承的吊车梁上。桥式吊车的司机室一般设在吊车端部，有的也可设在中部或做成可移动的。

桥式吊车的起重量为 50kN 至上千千牛，适用于 12～36m 跨度的厂房。桥式吊车的吊钩有单钩、主副钩(即大小钩，表示方法是分数线上为主钩的起重量，分数线下为副钩的起重量，如 50/20、100/25)和软钩、硬钩之分。软钩为钢丝绳挂钩，硬钩为铁臂支承的钳、槽等。

桥式吊车按工作的重要性及繁忙程度分为轻级、中级、重级工作制，用 J_c 来表示。J_c 表示吊车的开动时间占全部生产时间的比率。轻级工作制 J_c=15%；中级工作制 J_c=

25%，主要用于机械加工和装配车间等；重级工作制 J_c=40%，主要用于冶金车间和工作繁忙的其他车间。工作制对桥式吊车的结构强度影响较大。桥式吊车的支撑轮子沿吊车梁上的轨道纵向往返行驶，起重行车则在桥架上往返行驶。它们在启动和制动时会产生较大的冲切力，因而在选用支承桥式吊车的吊车梁时必须注意这些影响。

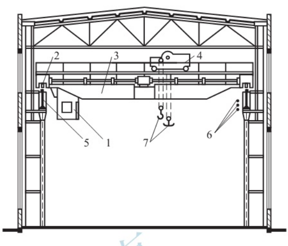


图 1.6 桥式吊车

1—吊车司机室；2—吊车轮；3—桥架；4—起重小车；5—吊车梁；6—电线；7—吊钩

当同一跨度内需要的吊车数量较多，且吊车启动重量相差悬殊时，可沿高度方向设置双层吊车，以减少吊车运行中的相互干扰。设有桥式吊车时，应注意厂房跨度之间和吊车跨度之间的关系，使厂房的宽度和高度满足吊车运行的需要，并应在柱间适当位置设置通向吊车司机室的钢梯及平台。当吊车为重级工作制或有其他需要时，还应沿吊车梁侧设置安全走道板，以保证检修和人员行走的安全。

桥式吊车在工业建筑中应用很广，但由于所需净空高度大，本身又很重，故对厂房结构是不利的。因此，有的研究单位建议采用落地龙门吊车代替桥式吊车，这种吊车的荷载可直接传到地基上，因而大大减轻了承重结构的负担，便于扩大柱距，以适应工艺流程的改革。但龙门吊车行驶速度缓慢，且多占厂房使用面积，所以目前还不能有效地替代桥式吊车。

除上述几种吊车形式外，厂房内部根据生产特点的不同，还有各式各样的运输设备。例如，火车、汽车、拖拉机制造厂装配车间的吊链，冶金工厂轧钢车间采用的辊道，铸工车间所用的传送带等。

1.4 单层厂房的结构组成

1.4.1 单层厂房的结构体系

单层厂房的结构体系，按承重方式的不同，有墙体承重体系、骨架承重体系、空间结构体系。

1. 墙体承重体系

承重砌体墙(图 1.7)是由墙体承受屋顶及吊车起重荷载，在地震区还要承受地震荷载。其形式可做成带壁柱的承重墙，墙下设条形基础，并在适当位置设置圈梁。

承重砌体墙经济实用，但整体性差，抗震能力弱，这使它的使用范围受到很大的限制。根据《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)的规定，它适用于 6～8 度的烧结普通砖（黏土砖、页岩砖）、混凝土普通砖砌筑的砖柱（墙垛）承重的下列中小型单层工业

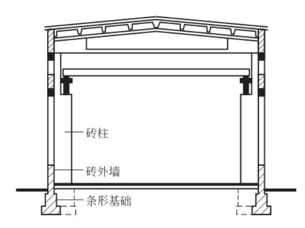


图 1.7　承重砖墙单层厂房

厂房。

（1）单跨和等高多跨且无桥式起重机。

（2）6～8 度设防时，跨度不大于 15m 且柱顶标高不大于 6.6m。

2. 骨架承重体系

当厂房的跨度、高度、吊车荷载较大及抗震设防烈度较高时，广泛采用骨架承重结构。骨架结构由柱基础、柱子、梁、屋架等组成，以承受各种荷载，这时，墙体在厂房中只起围护或分隔作用。厂房常用骨架结构主要有排架结构及刚架结构。

1）排架结构

排架结构是单层工业厂房中广泛采用的一种形式。它的基本特点是柱子、基础、屋架(屋面梁)均是独立构件。在连接方式上，屋架(屋面梁)与柱子的连接一般为铰接，柱子与基础的连接一般为刚接(图 1.8)。排架和排架之间，通过吊车梁、连系梁(墙梁或圈梁)、屋面板等构成支撑系统，其作用是保证排架的横向稳定性。

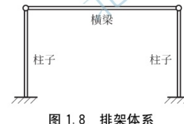


图 1.8　排架体系

2）刚架结构

刚架是横梁和柱子以整体连接方式构成的一种门形结构。由于梁和柱子是刚性节点，在竖向荷载作用下柱子对梁有约束作用，因而能减少梁的跨中弯矩；同样，在水平荷载作用下，梁对柱子也有约束作用，能减少柱内的弯矩。刚架结构比屋架和柱组成的排架结构轻巧，可以节省钢材和水泥。由于大多数刚架的横梁是向上倾斜的，不但受力合理，且结构下部的空间增大，对某些要求高大空间的建筑特别有利。同时，倾斜的横梁使建筑的屋顶形成折线形，建筑外轮廓富于变化。

由于刚架结构受力合理，轻巧美观，能跨越较大的跨度，制作又很方便，因而应用非常广泛。一般用于体育馆、礼堂、食堂、菜场等大空间的民用建筑及工业建筑。但其刚架的刚度较差，当吊车起重量超过 10kN 时不宜采用。

刚架按结构组成和构造方式的不同，分为无铰刚架、两铰刚架、三铰刚架，如图 1.9 所示。

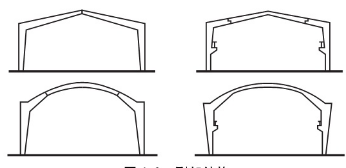
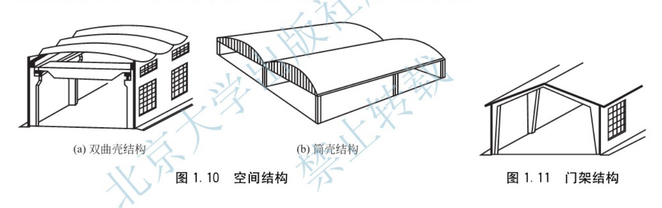


图 1.9 刚架结构

3. 空间结构体系

单层厂房除上述承重结构外，屋顶结构还可用折板、壳体及网架等空间结构[图 1.10(a)、(b)]。它们的共同优点是传力受力合理、能较充分地发挥材料的力学性能、空间刚度好、抗震性能较强。其缺点是施工复杂、现场作业量大、工期长。

此外还有门架(图 1.11)、T 形板等结构。门架相当于柱子与梁结合的构件。T 形板用作垂直承重结构时相当于墙柱结合构件，用作屋顶时相当于梁板结合构件。它们的共同特点是构件类型少、省材料，目前在我国均被较小型的厂房所采用。



(a) 双曲壳结构　　(b) 筒壳结构

图 1.10 空间结构　　图 1.11 门架结构

1.4.2 装配式钢筋混凝土排架结构组成

装配式钢筋混凝土排架结构坚固耐久，可预制装配。与钢结构相比，这种结构可节约钢材、造价较低，故在国内外的单层厂房中被广泛应用。装配式钢筋混凝土结构自重大，抗震性能不如钢结构。图 1.12 所示为装配式钢筋混凝土排架组成的单层厂房。由图 1.12 可知，装配式钢筋混凝土单层厂房主要由承重构件和围护构件两部分组成。

1. 承重构件

厂房承重结构由横向骨架和纵向连系构件组成。横向骨架包括屋面大梁(或屋架)、柱子、柱基础。它们承受屋顶、天窗、外墙及吊车荷载。纵向连系构件包括大型屋面板(或檩条)、连系梁、吊车梁等。它们能保证横向骨架的稳定性，并将作用在山墙上的风力和吊车纵向制动力传给柱子。此外，为了保证厂房的整体性和稳定性，往往还要在屋架之间和柱间设置支撑系统。组成骨架的柱子、柱基础、屋架、吊车梁等厂房的主要承重构件，关系到整个厂房的坚固性、耐久性及安全性，必须予以足够的重视。

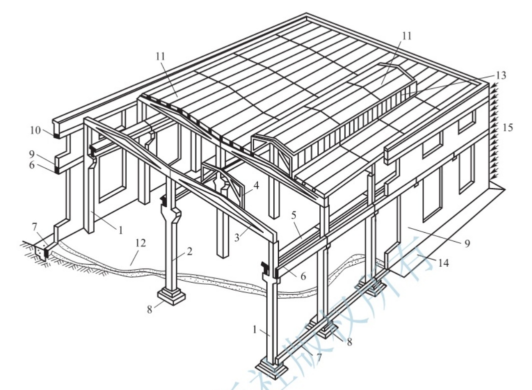
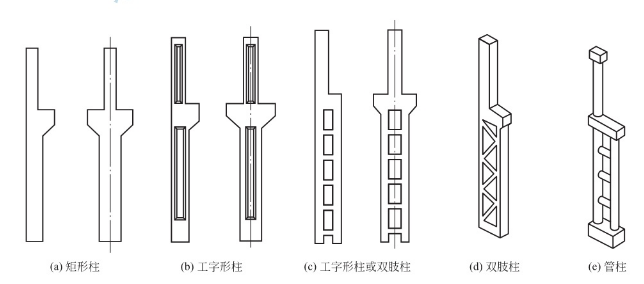


图 1.12　单层厂房装配式钢筋混凝排架及主要构件

1—边列柱；2—中列柱；3—屋面大梁；4—天窗架；5—吊车梁；6—连系梁；7—基础梁；8—基础；
9—外墙；10—圈梁；11—屋面板；12—地面；13—天窗扇；14—散水；15—风力

(1) 柱。它是厂房结构的主要承重构件，承受屋架、吊车梁、支撑、连系梁和外墙传来的荷载，并把它传给基础。单层厂房的山墙面积大，所受风荷载也大，故在山墙中部设抗风柱，使墙面受到的风荷载，一部分由抗风柱上端通过屋顶系统传到厂房纵向骨架上去，另一部分则由抗风柱直接传至基础。柱常用形式如图 1.13 所示，各形式柱的优缺点如下所述。



(a) 矩形柱　(b) 工字形柱　(c) 工字形柱或双肢柱　(d) 双肢柱　(e) 管柱

图 1.13　几种常用的有吊车厂房的预制钢筋混凝土柱

① 矩形柱：外形简单，制作方便，两个方向受力性能较好。其缺点是：混凝土不能充

分发挥作用，混凝土用量多，自重大。它适用于吊车起重量≤50kN、轨顶标高≤7.5m的厂房，其截面高度≤700mm，常用500mm。②工字形柱：将横截面受力较小的中间部分混凝土省去，节约混凝土30%～50%，截面高度600～1 600mm，常用900～1 200mm，适用于吊车起重量≤300kN，轨顶标高≤20m的厂房。③工字形柱或双肢柱：如柱截面高度较大，为减轻重量和便于穿越管道，还可在腹板上开孔。当开孔的横向尺寸小于截面高度的一半、竖向尺寸小于相邻两孔之间的净距时，按工字形柱计算；否则，按双肢柱计算。④双肢柱：由两根承受轴向力的肢杆和连系两肢杆的腹杆组成，腹杆有水平和倾斜两种。平腹杆施工方便，上方便于安装管线，但受力性能不如斜腹杆；斜腹杆基本为轴向力，弯矩小，所以节省材料。双肢柱截面高度≥1 600mm，适用于吊车起重量≥500kN的厂房。⑤管柱：是在离心制管机上成型的，质量好，便于拼装，减少现场湿工作量，受气候影响小。其缺点是预埋件较难做，与墙连接也不如其他柱方便。

(2) 基础。它承受柱子和基础梁传来的全部荷载，并传至地基。

(3) 屋架。它是屋盖结构的主要承重构件，承受屋盖上的全部荷载，再由屋架传给柱子。钢筋混凝土屋架的一般形式及应用范围见表1-1。

表1-1 钢筋混凝土屋架的一般形式及应用范围

序号	名称	形式	跨度/m	特点及适用条件
1	钢筋混凝土单坡屋面大梁		6 9	1. 自重大 2. 屋面刚度好 3. 屋面坡度为1/8～1/2 4. 适用于振动及有腐蚀性介质的厂房
2	预应力混凝土双坡屋面大梁		12 15 18	1. 自重大 2. 屋面刚度好 3. 屋面坡度为1/8～1/2 4. 适用于振动及有腐蚀性介质的厂房
3	钢筋混凝土三铰拱屋架		9 12 15	1. 构造简单，自重小，施工方便，外形轻巧 2. 屋面坡度：卷材屋面坡度为1/5，自防水屋面坡度为1/4 3. 适用于中小型厂房
4	钢筋混凝土组合屋架		12 15 18	1. 上弦及受压腹杆为钢筋混凝土，受拉杆件为角钢，构造合理，施工方便 2. 屋面坡度为1/4 3. 适用于中小型厂房
5	预应力混凝土拱形屋架		18 24 30	1. 构件外形合理，自重轻，刚度好 2. 屋架端部坡度大，为减缓坡度，端部可特殊处理 3. 适用于跨度较大的各类厂房

（续）

序号	名称	形式	跨度/m	特点及适用条件
6	预应力混凝土梯形屋架		18 21 24 27	1. 外形较合理 2. 屋面坡度为1/15～1/5 3. 适用于卷材防水的大中型厂房
7	预应力混凝土梯形屋架		18 21 24 30	1. 屋面坡度小，但自重大，经济效果较差 2. 屋面坡度为1/12～1/10 3. 适用于各类厂房，特别是需要经常上屋面清除积灰的冶金厂房
8	预应力混凝土折线屋架		15 18 21 24	1. 外形较合理 2. 适用于卷材防水屋面的大中型厂房 3. 屋面坡度为1/15～1/5
9	预应力混凝土折线形屋架		18 21 24	1. 上弦为折线，大部分坡度为1/4。在屋架端部设短柱，可保证屋面有同一坡度 2. 适用于有檩体系的槽瓦等自防水屋面
10	预应力混凝土直腹杆屋架		18 24 30	1. 无斜腹杆，构造简单 2. 适用于有井式天窗及横向下沉式天窗的厂房

(4) 屋面板。它铺设在屋架、檩条或天窗架上，直接承受板上的各类荷载(包括屋面板自重、屋面围护材料、雪、积灰、施工检修等荷载)，并将荷载传给屋架。

(5) 吊车梁。它设置在柱子的“牛腿”上，承受吊车和起重、运行中所有荷载(包括吊车自重，吊车最大起重量，吊车启动或制动时所产生的横向制动力、纵向制动力以及冲击荷载)，并将其传给柱子。

(6) 基础梁。它承受上部砖墙的重量，并把它传给基础。

(7) 连系梁。它是厂房纵向柱列的水平连系构件，用以增加厂房的纵向刚度，承受风荷载或上部墙体的荷载，并传给纵向列柱。

(8) 支撑系统构件。支撑构件的作用是加强结构的空间整体刚度和稳定性。它主要传递水平风荷载以及吊车产生的水平制动力。支撑构件设置在屋架之间的称为屋盖结构支撑系统，设置在纵向柱列之间的称为柱间支撑系统。

2. 围护构件

(1) 屋面。它是厂房围护构件的主要部分，受自然条件直接影响，必须处理好屋面的排水、防水、保温、隔热等方面的问题。

(2) 外墙。厂房外墙通常采用自承重墙形式，除承受自重及风荷载外，主要起防风、防雨、保温、隔热、遮阳、防火等作用。

(3) 门窗。起交通、采光、通风作用。

(4) 地面。它满足生产使用要求，提供良好的劳动条件。

此外还有吊车梯、平台、屋面检修梯、走道板以及地坑、地沟、散水、坡道等。

本 章 小 结

1. 工业建筑既要达到适用、安全、经济、美观的效果，又要在设计配合、使用要求、室内采光、屋面排水及建筑构造等方面具其自身特点。

2. 建筑设计中常按用途、内部生产状况及层数对厂房进行分类。

3. 工业建筑设计应在生产工艺要求的基础之上进行。

4. 厂房内的起重运输设备常见的有单轨悬挂式吊车、梁式吊车和桥式吊车等。

5. 单层厂房的结构体系，按承重方式的不同，有墙体承重体系、骨架承重体系、空间结构体系。厂房常用的骨架结构主要有排架结构及刚架结构。

6. 排架结构厂房承重结构由横向骨架和纵向连系构件组成。横向骨架包括屋面大梁(或屋架)、柱子、柱基础。它们能保证横向骨架的稳定性，并将作用在山墙上的风力和吊车纵向制动力传给柱子。厂房围护构件主要有屋面、外墙、门窗、地面等。

知识拓展——单层厂房荷载传递

单层工业厂房中的荷载，可以分为动荷载和静荷载两大类。动荷载主要由吊车运行时的启动和制动力构成，此外还有地震荷载、风荷载等。静荷载一般包括建筑物的自重、吊车的自重、雪荷载、积灰荷载等。上述荷载的传递路线可以分为竖向荷载、横向水平荷载、纵向水平荷载 3 部分。其传递路线如图 1.14～图 1.16 所示。

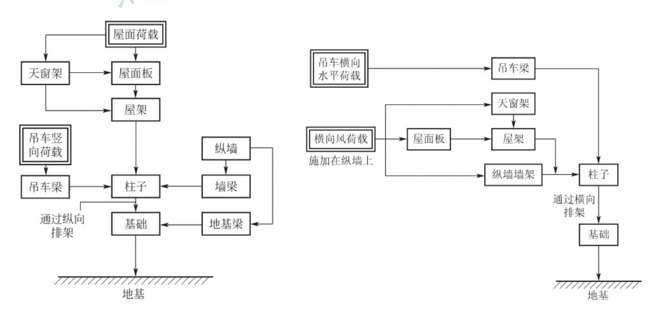


图 1.14　竖向荷载

图 1.15　横向水平荷载

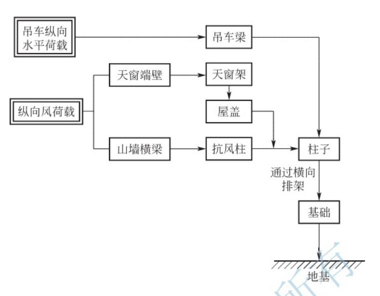


图 1.16　纵向水平荷载

本 章 习 题

1. 什么是工业建筑？有何特点？如何分类？
2. 工业建筑设计应满足哪些要求？
3. 工业建筑常用的起重运输设备有哪几种？如何划分其工作制？
4. 单层厂房常用的结构体系有哪几种？各自有何结构特点？
5. 单层装配式钢筋混凝土厂房由哪些构件组成？

第2章 单层厂房平面设计

【教学目标与要求】

● 了解生产工艺与建筑平面设计的关系。

● 掌握厂房平面形式及特点，能够经济合理地确定厂房的柱网尺寸。

● 了解平面设计中厂房通道及有害工段的布置及平面设计与总平面图的关系。

对于厂房的设计，平面、剖面和立面设计必不可少。这三者能综合表达一栋厂房的空间尺度，是不可分割的整体。设计时必须统一考虑三者之间的关系，设计平面的同时考虑竖向的尺度关系，设计剖面和立面的同时也要考虑平面的功能布局和使用要求等。现为叙述方便，根据设计的先后顺序分项叙述。

2.1 生产工艺和厂房平面设计的关系

在建筑的平面设计中，厂房建筑和民用建筑区别很大。民用建筑的平面设计主要是根据建筑的使用功能由建筑设计人员完成，而厂房建筑的平面设计是先由工艺设计人员进行工艺平面设计，结构设计人员提出结构方面的意见，建筑设计人员再在此基础上进行厂房的建筑平面设计。厂房建筑的平面设计必须满足生产工艺的要求。

生产工艺平面图主要包括以下内容(图 2.1)。

(1) 根据产品的生产要求确定生产工艺流程的组织。

(2) 生产和起重运输设备的选择和布置。

(3) 厂房面积的大小和不同产品生产工段的划分。

(4) 运输通道的宽度及布置。

(5) 生产工艺对厂房建筑设计的要求，例如，采光、通风、防腐、防爆、防辐射等。

厂房平面形式的选择直接影响到厂房的生产条件、作业环境、运输路线布置和结构选型。为了作出合理、适用、经济的平面设计，建筑设计人员必须深入研究，搜集有关资料，增加有关生产工艺方面的知识，以便于提高设计水平。

厂房的平面设计首先要满足生产工艺的要求，其次建筑设计人员在平面设计中应使厂房平面形式简洁、规整，面积经济、合理，构造简单易于施工；平面设计建筑参数符合《厂房建筑模数协调标准》(GB/T 50006—2010)，使构件的生产满足工业化生产的要求；选择合适的柱网使厂房具有较大的通用性；正确地解决厂房的采光和通风问题；合理地布置有害工段及生活用室；妥善处理安全疏散及防火措施等。这些问题直接影响到厂房的使用质量、建筑造价和施工速度。为了解决这些问题，使厂房平面设计达到适用、经济、合理，还需要与工艺设计人员、结构设计人员和卫生工程技术人员密切合作，充分协商，全面考虑。

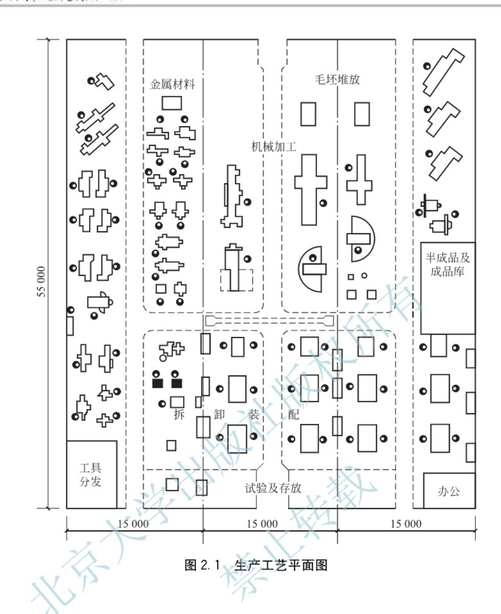


图 2.1　生产工艺平面图

2.2 平面形式及其特点

2.2.1　按照厂房使用性质分类

按照厂房使用性质、生产工艺流程及生产特征分类，平面形式通常有单跨矩形、多跨矩形、方形、L形、Π形、E形和H形等几种平面形式可以选择(图 2.2)。

单跨矩形是平面形式中最简单的，它是构成其他平面形式的基本单位。当生产工艺流程要求或者生产规模较大时，可以采用多跨组合的平面，其组合方式随工艺流程而定，可以是多跨平行矩形、方形、L形、E形和H形等几种平面形式。

矩形平面厂房的尺度因工艺流程和厂房面积大小而异。有的边长比较大，有的不大，即纵横边长接近，形成方形或近似方形平面。在满足工艺条件的前提下，矩形和方形平面在实际工程中选用较多，和L形、E形和H形平面对比，其平面简单、利于抗震、易于设计和施工，且综合造价较为经济。例如，在面积相同的情况下，矩形、L形平面外围结构的周长比

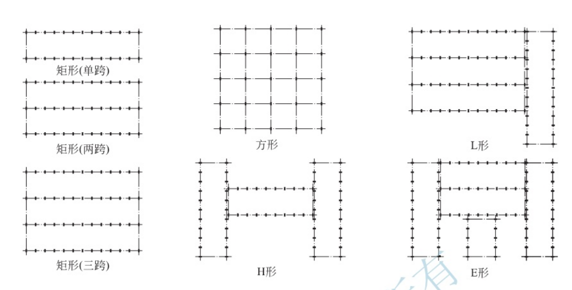


图 2.2 单层厂房平面形式

方形平面的周长约长 25%(图 2.3)。这些优点不仅节省材料、降低造价，对冬季寒冷地区和夏季炎热地区也非常有利。由于外墙面积少，冬季可以减少通过外墙的热量损失，夏季可以减少太阳辐射对室内的影响，节省大量采暖和制冷能源，符合国家关于节能的政策要求。有些车间(如机械工业的铸造、锻压等车间)在生产过程中散发出大量的热量和烟尘，需要及时排出，以防止工作人员受到伤害，这就需要厂房具有良好的自然通风条件，厂房不宜太宽。当宽度不大时(三跨以下)可选用矩形平面。但当跨数多于三跨时，如果仍用矩形平面，将影响厂房的自然通风。

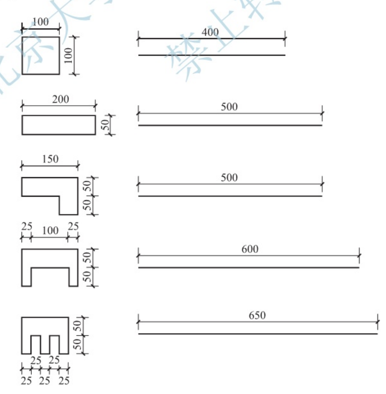


图 2.3 平面形式周长比较

注：建筑面积均为 10 000m²。

近方形或方形平面在通用性方面优于其他平面形式。其特点是纵横两个方向都能布置生产线及运输路线。若工艺技术改造或转产，平面格局改变方便灵活，不受柱距的限制，具有更大的通用性。

L形、E形和H形平面的特点是厂房外墙周长较长，内部宽度不大，可以有良好的室内采光、通风、散热条件，有利于改善室内工作环境。但因为这些平面形式有纵横跨相交，垂直相交处构件类型增多，构造复杂，也引起设计、施工及后期使用维护上的不便。此外，由于其平面形式复杂，为了防止受到温度变化、不均匀沉降和地震引起的结构破坏，要有选择地设置变形缝。同时，又由于其较长的外墙造价、寒冷地区采暖及维修费均较高，室内各种工程管线也较长，因此，对于这些平面形式要根据实际情况，慎重选择。对有较大量烟尘和热量且超过三跨的车间，宜将其一跨或二跨和其他跨相互垂直布置形成L形，以争取更长的可开窗的墙面。当产量较大、产品品种较多、厂房面积很大时，则可采用E形和H形平面。

2.2.2 按照厂房工艺流程分类

一般生产工艺流程有直线式、直线往复式和垂直式3种。

(1) 直线式。即原料由厂房一端进入，成品由对侧运出，如图2.4(a)所示。其特点是厂房平面形式多为矩形平面，简单规整，内部各工段间联系紧密，运输线路顺捷，可以是单跨或者多跨平行布置。其外墙面积较大，采光、通风较好，构造、施工简单。

(2) 直线往复式。原料和产品由厂房同一端进出，如图2.4(b)、(c)、(d)、(e)所示。其特点是厂房平面形式常为多跨并列的矩形或方形平面，工段联系紧密、运输线路和工程管线短捷、形状规整、节约用地、外墙面积较小、对节约材料和保温隔热有利。

(3) 垂直式。由于工艺需要，工段流程出现垂直相交，如图2.4 (f)、(g)、(h)所示。其特点是厂房平面形式常为L形、Π形和E形，其工艺流程紧凑、运输线路及工程管线较短、外墙面积较大、采光通风较好。但纵横跨相交处的构造、施工复杂。

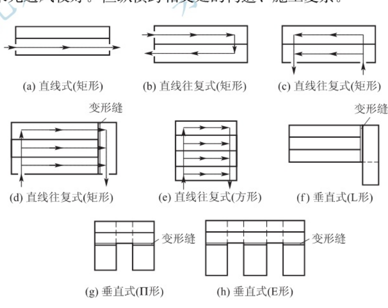


图2.4 单层厂房工艺流程示意图

2.3 柱网的选择

在骨架结构厂房中，柱子是竖向承重的主要构件。柱子在平面上排列所形成的网格称为柱网。柱网是用定位轴线来定位体现，柱子在纵横定位轴线相交处设置。柱子在纵向定位轴线间的距离称为跨度，横向定位轴线间的距离称为柱距。柱网的选择实际上就是选择厂房的跨度和柱距(图 2.5)。

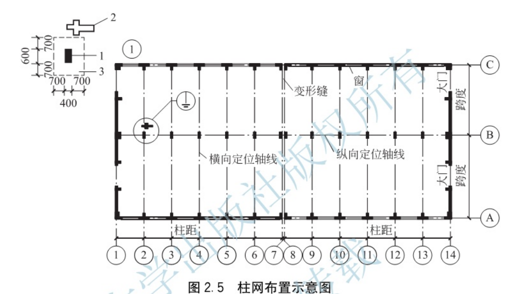


图 2.5 柱网布置示意图

1—柱子；2—生产设备；3—柱基础轮廓

柱网选择须满足以下设计要求。

(1) 满足生产工艺提出的要求。

(2) 遵守《厂房建筑模数协调标准》(GB/T 50006—2010)。

(3) 调整和统一柱网。

(4) 尽量选用扩大柱网。

2.3.1 满足生产工艺提出的要求

柱网选择时要满足工艺设计人员在工艺流程和设备布置上对跨度和柱距的大小要求。特殊情况由于设备和产品超长或超大，一般柱距满足不了这种要求，还需要在一定范围内少设一根或几根柱子。

2.3.2 遵守《厂房建筑模数协调标准》(GB/T 50006—2010)

《厂房建筑模数协调标准》(GB/T 50006—2010)要求厂房建筑的平面和竖向协调模数的基数值均宜取扩大模数 3M。M 为基本模数符号，1M=100mm。

厂房的跨度在 18m 和 18m 以下时，应采用扩大模数 30M 数列，即 9m、12m、15m、

18m；在18m以上时，应采用扩大模数60M数列，即18m、24m、30m、36m。

厂房的柱距应采用扩大模数60M数列，即6m、12m。

厂房山墙处抗风柱柱距宜采用扩大模数15M数列，即3m、4.5m、6m、7.5m等。

遵守《厂房建筑模数协调标准》(GB/T 50006—2010)可以减少厂房构件的尺寸类型，提高厂房建设的工业化水平，加快施工速度。

2.3.3 调整和统一柱网

厂房内部因工艺要求，有时会拔掉一些柱子，或出现大小柱距不均匀的现象，给结构设计、施工带来复杂性，也降低通用性。这时就要全面考虑调整柱距，最好使柱距统一或采用扩大柱网。

2.3.4 尽量选用扩大柱网

厂房设计时尽量选用扩大柱网，可以提高厂房的通用性和经济合理性，如12m×18m、12m×24m等。扩大柱网的优点如下所述。

1. 可以提高厂房的通用性

由于现代社会科学技术的高速发展，厂房内部的生产工艺流程和生产设备不可能是一成不变的，每隔一段时间就需要更新设备和重新组织生产线，这就需要厂房具有较大的通用性。使厂房不仅满足现在生产的要求，而且还能适应将来生产的需要。厂房通用性的具体标志之一，就是要有较大的柱网。

2. 扩大生产面积，节约用地

扩大柱网能扩大生产面积。小柱网的柱子多，柱子本身占用的面积也大；同时，柱子周围有桥式吊车运行死角，还有为防止基础冲突不能太近距离布置基础较深的设备，造成较大车间内部空间浪费。扩大柱网可便于布置设备，扩大生产面积，相应地也可缩小厂房的建筑面积，节约用地，降低建筑造价。

3. 扩大柱网能加快建设速度

扩大柱网可减少厂房的构件数量，显著加快施工进度。

4. 扩大柱网能提高吊车的服务范围

在有桥式吊车的厂房中，吊车起重量越大其吊钩的极限位置距离柱子的距离就越远，因此吊车的服务范围也就越小，即出现了所谓的“死角”。扩大厂房跨度，可减小死角面积，有效地提高工业建筑面积的利用率，增加吊车的服务范围。

据综合分析，不管有无吊车，18m和24m两个跨度的适应性都较强、应用面较广、利用率较高、较为经济合理。在工艺无特殊要求的情况下，一般不宜再扩大跨度，而应扩大柱距。

6m柱距是柱网中的基本柱距，很多地区的预制构件厂都有与之配套的相关系列构件模具，施工方便快捷。但个别厂房由于设备大小或布置的要求，6m柱距不够，厂房

通用性也受到相应限制，便使用了扩大柱网，将柱距扩大到 12m、18m 等。

2.4 厂房交通设施及有害工段的布置

2.4.1 厂房交通设施

厂房内部交通设施的布置设计应满足下列要求。

1. 生产工艺和人流通行的要求

工人在厂房内的走动、上下班的通行以及原材料、成品、半成品的运送，都需要在厂房内设通道。建筑设计人员要根据车间生产性质、人流量和行车宽度等进行设计。

2. 防火、疏散的要求

在紧急情况发生时，为保证人们迅速、安全地疏散，厂房内应布置安全通道和疏散门。其数量、位置、疏散距离要满足《建筑设计防火规范》(GB 50016—2014)的有关规定。

厂房的安全出口应该分散设置，且相邻两个安全出口最近边缘之间的水平距离不应小于 5m。

2.4.2 特殊要求及有害工段的布置

在做厂房平面设计时，产生高温、有害气体、烟、雾、粉尘的工段应布置在全年主导风向的下风侧，且靠外墙、通风条件良好，并应避免采用封闭式或半封闭式的平面形式。产生高温的工段的长轴，宜与夏季盛行风向垂直或呈不小于 45°的交角布置。

要求洁净的工段应布置在大气含尘浓度较低、环境清洁、人流和货流不穿越或少穿越的地段，并应位于散发有害气体、烟、雾、粉尘的污染源全年最小频率风向的下风侧。洁净厂房的布置，应符合现行国家标准《洁净厂房设计规范》(GB 50073—2013)的规定。

要求有温度调节的工段不宜靠外墙布置，而应布置在厂房的中部，避免受到外界气象的影响。湿房间不宜靠外墙布置，避免外墙内表面出现凝结水和构造复杂。

产生强烈振动的工段，应避开对防振要求较高的建筑物、构筑物布置，其与有防振要求较高的仪器、设备的防振间距应符合有关规范的规定。

产生高噪声的工段，宜相对集中布置，并用封墙将此工段和其他工段隔开。其周围宜布置对噪声较不敏感、有利于隔声的工段，其与相邻设施的防噪声间距，应符合国家现行的噪声卫生防护距离的规定。

易燃、易爆危险品工段的布置，应保证生产人员的安全操作及疏散方便，布置在靠外墙处，以便利用外墙的窗洞进行通风和爆炸时便于泄压，并应符合国家现行的有关标准的规定。

2.5 工厂总平面图对厂房平面设计的影响

工厂总平面是由建筑物、构筑物及交通联系等部分组成的。工厂总平面图设计，应根据国家标准《工业企业总平面设计规范》(GB 50187—2012)，在总体规划的基础上，根据工业企业的性质、规模、生产流程、交通运输、环境保护，以及防火、安全、卫生、施工及检修等要求，结合场地的自然条件，确定建筑物、构筑物及交通联系部分的位置。

单体厂房建筑是组成工厂总平面的一部分，工厂总平面中的诸多因素对厂房平面形式有着直接的影响和约束(图 2.6)。

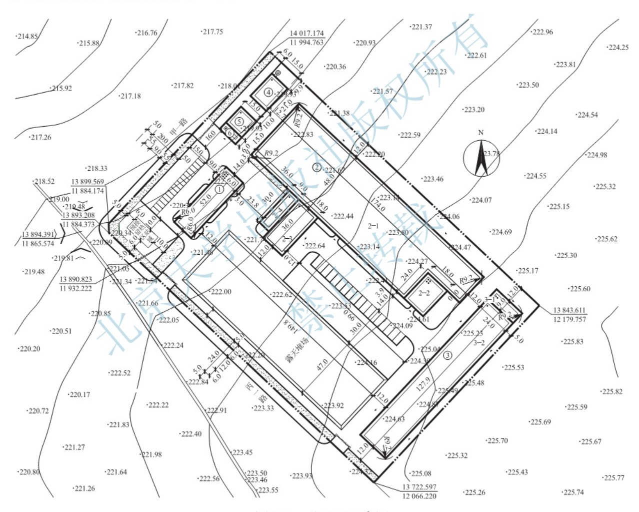


图 2.6　总平面示意图

①—办公楼；②—生产车间；③—库房；④—锅炉房；⑤—高压配电；⑥—低压配电

2.5.1　交通流线的影响

工厂是由建筑物和构筑物及交通联系部分有机组成的，其中任何一个构件都不是孤立的，而是有机的结合，并在生产中和周围其他部分有着密切的联系。其具体表现为人、物流的交通流线组织。人、物流的交通流线组织应符合工业企业总体规划要求，并应根据生

产需要、当地交通运输现状和发展规划，结合自然条件与总平面布置的要求，全面考虑，统筹安排。厂房人流主要出入口及生活间、货流的出入口位置都要受到交通流线的影响，并要求运输路线短捷、不迂回、不交叉，避免相互干扰。

2.5.2 厂区地段的影响

《工业企业总平面设计规范》(GB 50187—2012)规定：工业企业总平面设计，必须贯彻执行十分珍惜和合理利用土地的方针，因地制宜、合理布置、节约用地，提高土地的利用率。在此基础上，进行厂房单体改建、扩建、新建设计，都要受到地段的影响。不同地段中，为减少土石方工程和投资、加快施工进度，厂房平面形式在工艺条件许可的情况下应适应地形，避免过分强调平整、简单、规整，尽量减少投资，加快施工进度，使厂房能早日投产，早日获得经济效益。

总图中地段形式有时也影响着后建厂房的平面形式，所以设计时也要考虑工业企业远期发展规划的需要，适当留有发展的余地，符合可持续发展的国策。

2.5.3 气象条件的影响

应结合当地气象条件，使建筑物具有良好的朝向、采光和自然通风条件。高温、热加工、有特殊要求和人员较多的建筑物，应避免西晒。

热加工厂房或炎热地区，为使厂房有良好的自然通风，厂房宽度不宜过大，尽量采用矩形平面，并使厂房长轴与夏季主导风向夹角为45°～90°。复杂平面尽量开口朝向迎风面，并在侧墙上开设窗户和大门，有效组织过堂风。

寒冷地区，为避免风对室内气温的影响，厂房的长边应平行冬季主导风向，朝向主导风向的墙上尽量减小门窗面积，以降低热损失。

个别地区，冬夏季节主导风向有时是矛盾的，这就要根据生产工艺要求和具体情况研究确定。

本章小结

1. 生产工艺平面图对平面设计的影响很大。生产工艺平面图由工艺师提出，主要内容有生产工艺流程的组织，运输设备和通道的选择和布置，厂房面积的大小和生产工段的划分，以及采光、通风、防腐、防爆、防辐射等要求。

2. 厂房的平面设计首先要满足生产工艺的要求，其次要求平面形式简洁、规整，面积经济、合理，构造简单易于施工，符合模数协调标准，选择合适的柱网，正确地解决厂房的采光和通风，合理地布置有害工段及生活用室，妥善处理安全疏散及防火措施等。

3. 厂房的平面形式有矩形、方形、L形、E形和H形等几种可以选择。其中近似方形或方形平面在平面格局布置方面灵活方便，具有更大的通用性。

4. 柱网的选择必须满足生产工艺的要求，柱距、跨度要遵守《厂房建筑模数协调标准》(GB/T 50006—2010)，尽量调整和统一柱网，选用扩大柱网。

5. 厂房内部交通设施的布置应满足生产工艺和人流、物流通行的要求，以及防火、疏散的需要。特殊要求及有害工段的布置要合理、安全、适用。

6. 生产工艺平面图是厂房平面设计需考虑的首要因素，工厂总平面图里的交通流线、厂区地段、气象条件对平面设计的影响也很大，需要综合考虑。

知识拓展——厂房有关消防的平面设计知识

在厂房的平面设计中，消防是很重要的一块内容，直接关系到人身、设备和物资的安全。根据厂房生产中使用或产生的物资性质及其数量等因素，将生产的火灾危险性分为甲、乙、丙、丁、戊共5类；根据有关的防火规范确定耐火等级、防火分区、疏散出口及距离。《建筑设计防火规范》(GB 50016—2014)规定如下。

(1) 厂房根据生产的火灾危险性分为甲、乙、丙、丁、戊共计5类，见表2-1。

表2-1　生产的火灾危险性分类

生产类别	使用或产生下列物资的生产的火灾危险性特征
甲	1. 闪点小于28℃的液体 2. 爆炸下限小于10%的气体 3. 常温下能自行分解或在空气中氧化能导致迅速自燃或爆炸的物资 4. 常温下受到水或空气中水蒸气的作用，能产生可燃性气体并引起燃烧或爆炸的物资 5. 遇酸、受热、撞击、摩擦、催化，以及遇到有机物或硫黄等易燃的无机物，极易引起燃烧或爆炸的强氧化剂 6. 受撞击、摩擦或与氧化剂、有机物接触时能引起燃烧或爆炸的物资 7. 在密闭设备内的操作温度大于或等于物资本身自燃点的生产
乙	1. 闪点大于或等于28℃，但小于60℃的液体 2. 爆炸下限大于或等于10% 的气体 3. 不属于甲类的氧化剂 4. 不属于甲类的化学易燃危险固体 5. 助燃气体 6. 能与空气形成爆炸性混合物的浮游状态的粉尘、纤维、闪点大于或等于60℃的液体雾滴
丙	1. 闪点大于或等于60℃的液体 2. 可燃固体
丁	1. 对不燃烧物资进行加工，并在高温或熔化状态下经常产生强辐射热、火花或火焰的生产 2. 利用气体、液体、固体作为燃料或将气体、液体进行燃烧作其他用的各种生产 3. 常温下使用或加工难燃烧物资的生产
戊	常温下使用或加工不燃烧物资的生产

(2) 厂房的耐火等级、层数和每个防火分区的最大允许建筑面积应该符合表2-2所列的规定。

(3) 厂房的安全出口应分散布置。每个防火分区、一个防火分区的每个楼层，其相邻两个安全出口最近边缘之间的水平距离不应小于5m。

表 2-2 厂房的耐火等级、层数和防火分区的最大允许建筑面积

生产类别	厂房的耐火等级	最多允许层数/层	每个防火分区的最大允许建筑面积/m^2			
			单层厂房	多层厂房	高层厂房	地下、半地下厂房，厂房的地下室、半地下室
甲	一级 二级	除生产必须采用多层者外，宜采用单层	4 000 3 000	3 000 2 000	— —	— —
乙	一级 二级	不限 6	5 000 4 000	4 000 3 000	2 000 1 500	— —
丙	一级 二级 三级	不限 不限 2	不限 8 000 3 000	6 000 4 000 2 000	3 000 2 000 —	500 500 —
丁	一、二级 三级 四级	不限 3 1	不限 4 000 1 000	不限 2 000 —	4 000 — —	1 000 — —
戊	一、二级 三级 四级	不限 3 1	不限 5 000 1 500	不限 3 000 —	6 000 — —	1 000 — —

(4) 厂房的每个防火分区、一个防火分区内的每个楼层，其安全出口的数量应经计算确定，且不应少于两个；当符合下列条件时，可设置一个安全出口。

① 甲类厂房，每层建筑面积小于或等于 100m^2，且同一时间的生产人数不超过 5 人。

② 乙类厂房，每层建筑面积小于或等于 150m^2，且同一时间的生产人数不超过 10 人。

③ 丙类厂房，每层建筑面积小于或等于 250m^2，且同一时间的生产人数不超过 20 人。

④ 丁、戊类厂房，每层建筑面积小于或等于 400m^2，且同一时间的生产人数不超过 30 人。

⑤ 地下、半地下厂房或厂房的地下室、半地下室，其建筑面积小于或等于 50m^2，经常停留人数不超过 15 人。

(5) 地下、半地下厂房或厂房的地下室、半地下室，当有多个防火分区相邻布置，并采用防火墙分隔时，每个防火分区可利用防火墙上通向相邻防火分区的甲级防火门作为第二安全出口，但每个防火分区必须至少有一个直通室外的安全出口。

(6) 厂房内任一点到最近安全出口的距离都不应大于表 2-3 所列的规定。

表 2-3 厂房内任一点到最近安全出口的距离上限　　单位：m

生产类别	耐火等级	单层厂房	多层厂房	高层厂房	地下、半地下厂房或厂房的地下室、半地下室
甲	一、二级	30	25	—	—
乙	一、二级	75	50	30	—
丙	一、二级 三级	80 60	60 40	40 —	30 —

(续)

生产类别	耐火等级	单层厂房	多层厂房	高层厂房	地下、半地下厂房或厂房的地下室、半地下室
丁	一、二级 三级 四级	不限 60 50	不限 50 —	50 — —	45 — —
戊	一、二级 三级 四级	不限 100 60	不限 75 —	75 — —	60 — —

(7) 厂房内的疏散楼梯、走道、门的各自总净宽度应根据疏散人数，按表2-3的规定经计算确定。但疏散楼梯的最小净宽度不宜小于1.1m，疏散走道的最小净宽度不宜小于1.4m，门的最小净宽度不宜小于0.9m。当每层人数不相等时，疏散楼梯的总净宽度应分层计算，下层楼梯总净宽度应按该层和该层以上人数最多的一层计算。

首层外门的总净宽度应按该层和该层以上人数最多的一层计算，且该门的最小净宽度不应小于1.2m，见表2-4。

表2-4　厂房疏散楼梯、走道和门的净宽度指标　　单位：m/百人

厂房层数	一、二层	三层	≥四层
宽度指标	0.6	0.8	1

本章习题

1. 单层厂房平面设计的内容是什么？影响厂房平面形式的主要因素是什么？
2. 生产工艺与单层厂房平面设计的关系是什么？厂房的平面形式及特点是什么？
3. 什么是柱网？确定柱网的原则是什么？常用的柱距、跨度尺寸有哪些？
4. 单层厂房平面设计与总平面图的关系是什么？

第3章 单层厂房剖面设计

【教学目标与要求】

- 了解剖面设计的影响因素及其与平面设计的关系。
- 掌握厂房各部分与标高的确定原则。
- 掌握厂房通风和采光的设计。
- 了解屋面排水对剖面的影响。

单层厂房剖面设计主要指厂房横向剖面设计。剖面设计得合理与否，直接关系到厂房的使用。结构形式、生产工艺要求、采光通风要求及屋面排水方式等是影响剖面设计的重要因素。

3.1 生产工艺和厂房剖面设计的关系

不仅厂房平面形式受生产工艺的影响，厂房的剖面形式也受其影响。生产工艺直接影响厂房的建筑空间和剖面形式。厂房的生产特点、生产设备的体形、起重运输工具的种类和原料及产品尺寸的不同，也使厂房的剖面形式出现跨度和高度的不同，以及屋面采光、通风和排水构造的不同。

厂房的剖面设计要考虑以下设计要求。

(1) 满足生产工艺的要求，确定适用经济的厂房高度。

(2) 厂房剖面设计建筑参数符合《厂房建筑模数协调标准》(GB/T 50006—2010)。

(3) 满足厂房的采光、通风、防排水及围护结构的保温、隔热等设计要求。

(4) 选择经济合理、易于施工的构造形式。

3.2 厂房高度的确定

厂房内部的不同高度是剖面设计的主要内容，生产工艺对高度的确定起决定作用。

厂房高度是室内地面到屋顶承重结构下表面之间的距离。如果厂房是坡屋顶，则厂房高度是由地面到屋顶承重结构的最低点的垂直距离。由于柱子是厂房竖向承重的主要构件，所以厂房高度常为柱顶标高。

3.2.1 生产工艺对柱顶标高的影响

1. 无吊车厂房

柱顶标高是按最大生产设备的高度和安装、检修时所需的净空高度等确定的。同时也

应考虑符合《工业企业设计卫生标准》(GBZ 1—2010)的要求，以及《厂房企业模数协调标准》(GB/T 50006—2010)和空间心理感觉的要求。

无吊车的厂房自室内地面至柱顶的高度应为扩大模数 3M 数列。砖混结构厂房的柱顶标高可符合 1M 数列。

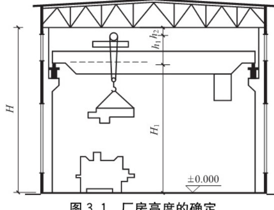


图 3.1 厂房高度的确定

2. 有吊车厂房

《厂房建筑模数协调标准》(GB/T 50006—2010)规定：有吊车的厂房自室内地面至柱顶的高度应为扩大模数 3M 数列。室内地面至支承吊车梁的牛腿面的高度在 7.2m 以下时应为扩大模数 3M 数列；在 7.2m 以上时，宜采用扩大模数 6M 数列，如 7.8m、8.4m、9.0m、9.6m 等。

有吊车厂房的剖面实际是要设计柱顶标高和牛腿标高(图 3.1)。

柱顶标高的计算公式为：

$$H=H_1+h_1+h_2$$

式中：H——柱顶标高(m)，符合 3M 的模数；

H_1——吊车轨顶标高(m)，由工艺人员提出；

h_1——吊车轨顶至小车顶面的高度(m)，根据吊车样本查出；

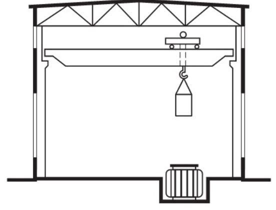
h_2——小车顶面到屋架下弦底面之间的安全运行空隙(mm)，一般为 220～300mm，根据《通用桥式起重机限界尺寸》(GB/T 14405—2001) 查出。

牛腿标高可由工艺人员提出的吊车轨顶标高 H_1 减去吊车梁高、吊车轨高及垫层厚度得出，据此已知条件可以得出牛腿标高，并使之符合《厂房建筑模数协调标准》(GB/T 50006—2010)的规定。根据最后确定的牛腿标高及吊车梁高、吊车轨高及垫层厚度可以反推出实际的轨顶标高。其值可能与工艺人员提出的轨顶标高有差异，因此最后轨顶标高的确定应以大于或等于工艺设计人员提出的轨顶标高为依据而定。H_1 值重新确定后，再进行 H 值的计算，并使之符合 3M 的模数。

3. 其他影响柱顶高度的因素

通用性对厂房高度的影响：为使厂房具有较大的通用性，适应现代社会经济的高速发展和生产设备的快速更新，有时把厂房的计算高度增大一些，作为储备。

造价对厂房高度的影响：在确定厂房高度时，要注意有效地节约并利用厂房的空间，这是降低建筑造价的有效途径之一。如果特殊的高大设备或有特殊要求的高空间操作环节可采取个别处理，不使其影响整个厂房的高度。在不影响生产工艺的情况下，可以把某些高大设备卧进地下或布置在两榀屋架之间，使其充分利用厂房的空间，避免提高整个厂房的高度，减少浪费。如图 3.2 所示为某厂房的变压器


图 3.2 某厂房变压器修理工段

修理工段，修理大型变压器芯子时，需将芯子从变压器中抽出，设计人员将其卧进室内地面下 3m 深的地坑内进行抽芯操作，使轨顶标高由 11.4m 降到 8.4m，减少了浪费。

多跨平行布置不等高厂房对厂房高度的影响：由于生产工艺和设备布置的要求，厂房横剖面会出现两种或两种以上的柱顶标高，以及厂房横剖面高低错落的现象。这种剖面形式使屋面构造复杂、构件类型增多、施工难度大、造价增加、后期维护问题多等。据此，《厂房建筑模数协调标准》(GB/T 50006—2010)规定：在工艺有高低要求的多跨厂房中，当高差不大于 1.5m 时，或高跨一侧仅有一个低跨，且高差不大于 1.8m 时，也不宜设置高差。在设有不同起重量吊车的多跨等高厂房中，各跨支承吊车梁的牛腿面标高宜相同。吊车起重量相同的各类吊车梁的端头高宜相同。不同跨度的屋架与屋面梁的端头高度宜相同。当厂房各跨平行布置并设有高差时，宜尽量将同高跨的集中布置，形成高低跨组，避免高低跨间隔布置形成凹凸形的屋顶形式，致使构造复杂，低跨处易积雪和灰尘。

3.2.2 生产工艺对室内外高度差的影响

在一般情况下，单层厂房室内地坪与室外地面须设置高差，以防雨水浸入室内。《工业企业总平面设计规范》(GB 50187—2012)规定：建筑物的室内地坪标高应高出室外场地地面设计标高，且不应小于 0.15m。为了便于运输工具进出厂房和不加长门口坡道的长度而影响厂区路网，这个高差也不宜太大，一般取 150mm。建筑物位于可能沉陷的地段、排水条件不良地段和有特殊防潮要求、有贵重设备或受淹后损失大的车间和仓库，应根据需要加大建筑物的室内外高差。有运输要求的建筑物室内地坪标高应与运输线路标高相协调。在满足生产工艺和运输条件下，建筑物的室内地坪可做成台阶。

在地势平坦的地区建厂，为便于工艺布置和生产运输，整个厂房地坪宜取一个标高。

丘陵地区由于地形凸凹不平造成地势高低起伏较大，在这样的地形面上建厂，如果将厂房地坪做成一个标高，势必要挖大量土(石)方，导致施工慢、造价高、工期长，厂房不能很快投产。因此应依山就势，因地制宜，选择厂房地坪标高，避免造成较大浪费。《工业企业总平面设计规范》(GB 50187—2012)规定：总平面布置应充分利用地形、地势、工程地质及水文地质条件，合理地布置建筑物、构筑物和有关设施，并应减少土(石)方工程量和基础工程费用。当厂区地形坡度较大时，建筑物、构筑物的长轴宜顺等高线布置，并应结合竖向设计，为物料采用自流管道及高站台、低货位等设施创造条件。若工艺条件许可，可将厂房不同跨度的地坪标高分别布置在不同的台阶上，以节省土(石)方及基础工程量。当跨度垂直等高线布置，地形坡度又较陡时，若工艺条件许可，可将同一跨度地坪分段布置在不同标高的台阶上，也可将局部做成两层，对生产无影响又避免了大量土(石)方，节省了开支，加快了工期。

3.3 天然采光和厂房剖面设计的关系

3.3.1 天然采光标准

厂房利用太阳光进行采光照明，创造良好光环境的方式称为天然采光。太阳是照明的光源。天然采光设计是充分利用日光资源，提供高质量的采光条件，包括适宜的亮度空间分布、适宜的光照方向、光色及显色性质。天然光由天空的直射光和漫射光组成，由于漫射光稳定、均匀，在采光设计中，天然光往往是指漫射光。

由于天然光强度高、变化快，不好控制。因此，我国《建筑采光设计标准》(GB 50033—2013)规定，在采光设计中，天然采光标准以采光系数为指标。

照度是单位面积上接受到的光通量的多少，是衡量照射在室内工作面上光线强弱的主要单位。照度的单位是 lx，称为勒克斯。

采光系数是在室内给定平面上的一点，由直接或间接地接收来自假定和已知天空亮度分布的天空漫射光而产生的照度与同一时刻该天空半球在室外无遮挡水平面上产生的天空漫射光照度之比。这样，不管室外照度如何变化，室内某一点的采光系数是不变的。采光系数用符号 C 表示。公式表示为：

$$C=(E_n/E_w)\times 100\%$$

式中：E_n——在全阴天空漫射光照射下，室内给定平面上的某一点的照度(lx)；

E_w——在全阴天空漫射光照射下，与室内某一点照度同一时间、同一地点，在室外无遮挡水平面上由天空漫射光所产生的室外照度(lx)。

工业生产按照加工的精细程度，对采光的要求有所区别。《建筑采光设计标准》(GB 50033—2013)给出了不同作业场所工作面上的采光系数标准值不低于表 3-1。

表 3-1 工业建筑采光系数标准值

采光等级	侧面采光		顶部采光	
	室内天然光照度标准值/lx	采光系数标准值/(%)	室内天然光照度标准值/lx	采光系数标准值/(%)
Ⅰ	750	5	750	5
Ⅱ	600	4	450	3
Ⅲ	450	3	300	2
Ⅳ	300	2	150	1
Ⅴ	150	1	75	0.5

工作面上照度差别大，视力反复适应宜产生疲劳，影响工人操作，降低劳动生产率。为了防止视觉疲劳，工作面上要光线均匀。采光标准中规定了厂房的采光均匀度。采光均匀度为假定工作面上的采光系数的最低值与其平均值之比。顶部采光时，Ⅰ～Ⅳ级采光等级的采光

均匀度不小于0.7。为保证采光均匀度不小于0.7的规定，相邻两天窗中线间的距离不大于工作面至天窗下沿高度的2倍。侧面采光时，由于照度变化大，不可能均匀，所以未作规定。

工业建筑的采光等级分为Ⅴ级(表3-2)。

表3-2　部分工业建筑的采光等级举例

采光等级	生产车间和场所名称
Ⅰ级	特别精密机电产品加工、装配、检验，工艺品雕刻、刺绣、绘画
Ⅱ级	很精密机电产品加工、装配、检验，通信、网络、视听设备的装配与调试，服装裁剪、缝纫及检验，精密理化实验室、计量室、主控室，印制品的排版、印制，药品制剂等
Ⅲ级	机电产品加工、装配、检修，一般控制室，木工、电镀、油漆、铸工，理化实验室，造纸、石化产品后处理，冶金产品冷轧、热轧、拉丝、粗炼等
Ⅳ级	焊接、冲压剪切、锻工、热处理，食品、烟酒加工和包装，日用化工产品，金属冶炼，水泥加工与包装，配、变电所，橡胶加工，精细库房及库房作业区
Ⅴ级	发电机厂主厂房，压缩机房、风机房、锅炉房、泵房、动力站房、电石库、乙炔库、氧气瓶库、汽车库、大中件储存库，一般库房，煤的加工、运输、选煤配料间、原料间，玻璃退火、熔制等

我国各地光气候差别较大，因此，《建筑采光设计标准》(GB 50033—2013)中将我国划分为5个光气候区(图3.3)，采光设计时，各光气候区取不同的光气候系数K。表3-1中采光系数标准值都是以Ⅲ类光气候区为标准给出的。在其他光气候区，各类建筑的工作面上的采光系数标准值应为标准中给出的数值乘以相应的光气候系数所得到的数值。

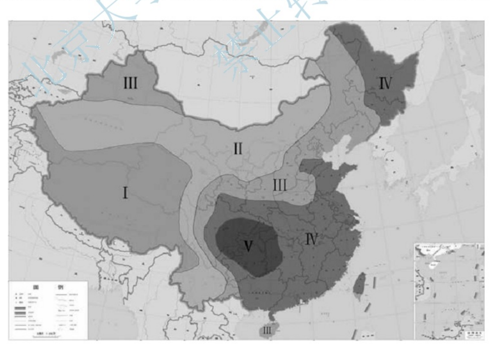


图3.3　中国光气候分区

注：按年平均总照度(klx) Ⅰ：$E_q \geqslant 28$，Ⅱ：$26 \leqslant E_q < 28$，Ⅲ：$24 \leqslant E_q < 26$，Ⅳ：$22 \leqslant E_q < 24$，Ⅴ：$E_q < 22$。

图 3.3 上中国国界线系按照中国地图出版社 2006 年出版的《中华人民共和国地图》绘制。

3.3.2 天然采光要求

采光设计应注意光的方向性，避免对工作产生遮挡和不利的阴影，如果是精密加工，天然光线应从左侧方向射入。

采光设计也要避免在工作面产生眩光，措施有以下几种。

(1) 作业区应减少或避免直射阳光。

(2) 工作人员的视觉背景不宜为窗口。

(3) 为降低窗亮度或减小天空视域，可采用室内外遮挡设施。

(4) 窗结构的内表面或窗周围的内墙面，宜采用浅色饰面。

3.3.3 厂房采光面积的确定

厂房采光面积的确定，经常根据厂房的采光、通风、美观等综合要求，先大致确定开窗口的面积和位置，然后再根据厂房的采光要求进行校核，确定是否符合采光标准值。采光计算的方法很多，最简单的方法是利用《建筑采光设计标准》(GB 50033—2013)给出的窗地面积比的方法。窗地面积比和采光有效进深可按表 3－3 进行估算，其他光气候区的窗地面积比应乘以相应的光气候系数 K。

表 3－3　窗地面积比和采光有效进深

采光等级	场所名称	侧面采光		顶部采光
		窗地面积比 (A_c/A_d)	采光有效进深 (b/h_s)	窗地面积比 (A_c/A_d)
Ⅰ	—	1/3	1.8	1/6
Ⅱ	设计室、绘图室	1/4	2.0	1/8
Ⅲ	专用教室、实验室、阶梯教室、办公室、会议室	1/5	2.5	1/10
Ⅳ	厨房、复印室、档案室	1/6	3.0	1/13
Ⅴ	走道、楼梯间、卫生间	1/10	4.0	1/23

注：1. 顶部采光指平天窗采光，锯齿形天窗和矩形天窗可分别按平天窗的 1.5 倍和 2.0 倍窗地面积比进行估算。

2. 窗地面积比：窗洞口面积与地面面积之比。对于侧面采光，应为参考平面以上的窗洞口面积。

3. 采光有效进深：侧面采光时，可满足采光要求的房间进深。本标准用房间进深与参考平面至窗上沿高度的比值来表示。

当以侧窗采光为主时，采光计算点以侧面采光计算点来控制；当侧面采光不满足宽度时，应由顶部采光补充，其不满足区域所需的窗口面积可按《建筑采光设计标准》

(GB 50033—2013)规定的窗地面积比确定。

3.3.4 天然采光方式

天然采光方式主要有侧面采光、顶部采光、混合采光 3 种。一般工业建筑经常采用侧面采光或混合采光。

1. 侧面采光

侧面采光分单侧采光和双侧采光。单侧采光的有效进深为侧窗口上沿至地面高度的 1.5～2.0 倍，即单侧采光房间的进深一般不超过窗高的 1.5～2.0 倍，单侧窗光线衰减情况如图 3.4 所示。如果厂房的进深很大，超过单侧采光所能解决的范围时，就要用双侧采光或加以人工照明。

在有吊车的厂房中，因为有挡光的吊车梁，所以常将侧窗分上下两层布置，上层称为高侧窗，下层称为低侧窗(图 3.5)。为使吊车梁不遮挡光线，高侧窗下沿距吊车梁顶面应有适当距离，一般取 600mm 左右(图 3.5)。低侧窗下沿（即窗台高）一般应略高于工作面的高度，站着工作为 1 400～1 500mm，坐着工作一般取 800mm 左右。沿侧墙纵向工作面上的光线分布情况和窗间墙的宽度有关，窗间墙以等于或小于窗宽为宜。如果沿墙工作面上要求光线均匀，可减少窗间墙的宽度或取消窗间墙做成带形窗。

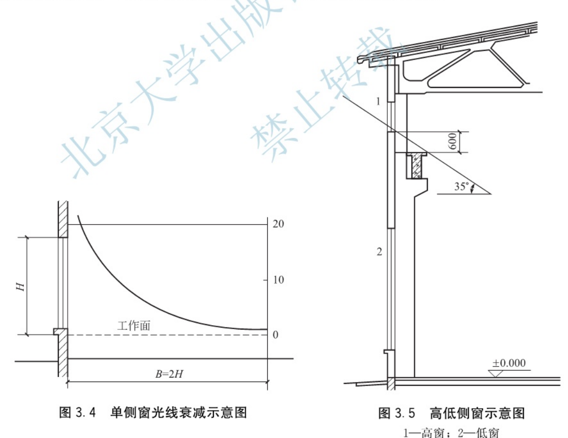


图 3.4 单侧窗光线衰减示意图

图 3.5 高低侧窗示意图

1—高窗；2—低窗

2. 顶部采光

顶部采光形式包括矩形天窗、锯齿形天窗、平天窗等。

1）矩形天窗

矩形天窗应用非常广泛，一般是南北方向，室内光线均匀、直射光较少、不易产生眩光。一般用于粗糙工作或者中等精密加工的车间。由于玻璃面是垂直的，可以快速排水，宜于防水，有一定的通风作用，矩形天窗厂房剖面如图 3.6 所示。为了获得良好的采光效果，合适的天窗宽度为厂房跨度的 1/3～1/2。两天窗的边缘距离 L 应大于相邻天窗高度和的 1.5 倍，矩形天窗宽度与跨度的关系如图 3.7 所示。

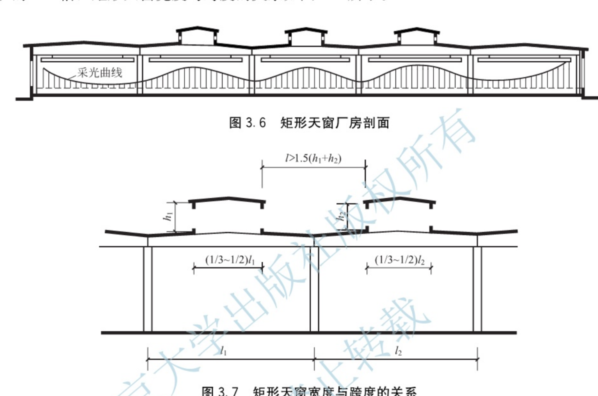


图 3.6　矩形天窗厂房剖面

图 3.7　矩形天窗宽度与跨度的关系

2）锯齿形天窗

某些厂房由于生产工艺的特殊要求，例如，纺织厂，为了使纱线不易断头，厂房内要保持一定的温度和湿度，要有空调设备；印染厂的印花车间，要求室内光线稳定、均匀，无直射光进入室内，避免产生眩光，不增加空调设备的负荷。这类厂房常采用窗口向北的锯齿形天窗，充分利用天空的漫射光采光。锯齿形天窗厂房剖面如图 3.8 所示。

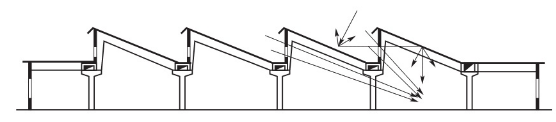


图 3.8　锯齿形天窗厂房剖面

锯齿形天窗采光效率高，在满足同样采光标准的前提下，锯齿形天窗可比矩形天窗节约窗户面积 30%左右。原因在于锯齿形的天窗厂房工作面不仅能得到从天窗透入的光线，而且由于屋顶表面的反射还增加了反射光。由于玻璃面积小且又朝北，因而在炎热地区对防止室内温度过高也有好处。

3）横向天窗

横向天窗是利用屋架上下弦之间的空间作为采光口，不另设天窗架，适合于跨度较大、厂房高度较高的车间和散热量不大、采光要求高的车间。由于其造价较低、采光面大、效率高、光线均匀，因此，经常被采用。若受建设地段和采光要求的限制，厂房不得不东西向布置时，为避免西晒，可采用这种天窗。横向天窗有两种：①突出于屋面；②下沉于屋面，即所谓横向下沉式天窗。梯形和平行弦屋架坡度平缓，端头较高，多在侧边布置下沉天窗。折线形和拱形屋架由于屋架端部上下弦之间的空间过低，多在跨中布置下沉天窗。横向天窗的缺点是窗扇形状受屋架形式限制、构造复杂、厂房纵向刚度较差、防水问题要特别注意。

4）平天窗

平天窗是在屋面板上设置的水平或接近水平的采光口，包括各种形式的采光罩。这种形式的采光口采光效率非常高，比矩形天窗高2～3倍，且构造简单，几乎可以安装在屋顶的任何部位，不影响主体结构，现在使用得非常广泛。平天窗厂房剖面如图3.9所示。

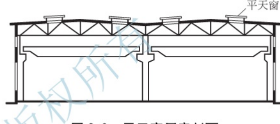


图3.9 平天窗厂房剖面

平天窗可分为大面积采光天棚、采光板、采光带和采光罩。大面积采光天棚主要是营建一个接近大自然的室内空间，设计时需要注意安全、防水、保温、节能和清洗。带形或板式天窗多数是在屋面板上开洞，覆以透光材料构成的。采光口面积较大时，则设三角形或锥形框架，窗玻璃或者其他透光材料斜置在框架上；采光带可以横向或纵向布置。采光罩是一种用有机玻璃、聚丙烯塑料或玻璃钢整体压铸的采光构件，其形状有圆穹形、扁平穹形、方锥形等多种形状，美观大方。采光罩可以分为固定式和开启式，开启式可以自然通风。采光罩的特点是质量轻、构造简单、布置灵活，由于装在高出屋面的边梁上，防水可靠。平天窗的优点是采光效率高。其缺点是在采暖地区，玻璃上容易结露；在炎热地区，通过平天窗透进大量的太阳辐射热；在直射阳光作用下工作面上眩光严重，要考虑遮阳，安全防脱落问题也要考虑。此外，平天窗在尘多雨少地区容易积尘，为防止采光效果降低需要经常清洁维护。

3.4 自然通风和厂房剖面设计的关系

按照空气流动的动力不同，厂房的自然通风可分为机械通风和自然通风两种。

不采用机械设备，利用自然风力作为空气流动的动力来实现厂房的通风换气、调节室内温湿度的方式称为自然通风。自然通风的特点是简单、经济、节能，但比较易受外界气象条件的限制，通风效果不能稳定。

当自然通风不能满足卫生标准或者特殊要求时，需要用机械设备来调节，称为机械通风。机械通风是依靠通风机来实现通风换气的，它要耗费大量的电能，设备投资及维修费高，但其通风稳定、可靠。

除个别的生产工艺有特殊要求的厂房和工段采用机械通风外，一般厂房通风设计时首选自然通风或以自然通风为主，辅之以简单的机械通风。为有效地组织好自然通风，在剖

面设计中要正确选择厂房的剖面形式，合理布置进、排风口的位置，使外部气流不断地进入室内，迅速排除厂房内部的热量、烟尘及有害气体，创造良好的生产工作环境。

3.4.1 自然通风的基本原理

自然通风是利用空气的热压和风压进行通风换气的。

1. 热压通风

部分有热源的厂房内部生产时排放出大量热量，使厂房内部的气温比室外高。当室内空气温度升高时，体积膨胀、密度变小，和室外低温度、较高密度的空气形成了压力差。此时如果在建筑物的下部开设门窗口，由于室外空气所形成的压力要比室内空气所形成的压力大，则室外的冷空气就会经由下部门窗口进入室内，室内的热空气由厂房上部开的窗口(天窗或高侧窗)排出室外。进入室内的冷空气又被热源加热变轻，上升后由厂房上部窗口排出室外，冷空气又补充进来。如此循环，就在厂房内部形成了空气流动，达到了通风换气的目的。如图3.10所示为热压通风原理。

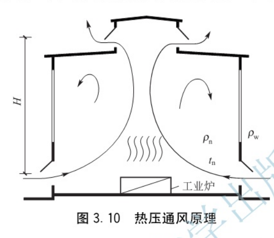


图3.10 热压通风原理

这种厂房内外温度差形成的空气压力差称为热压。热压越大，自然通风效果越好。其计算公式为

$$\Delta P = gH(\rho_w - \rho_n)$$

式中：ΔP——热压(Pa)；

g——重力加速度(m/s^2)；

H——上下进排风口的中心距离(m)；

ρ_w——室外空气密度(kg/m^3)；

ρ_n——室内空气密度(kg/m^3)。

公式表明，热压的大小与上下进排风口中心线的垂直距离以及室内外温度差成正比。为了加强热压通风，厂房建筑设计时，可以设法增大上下进排风口的垂直距离。

2. 风压通风

当风吹向房屋时，迎风墙面空气流动受阻，风速减小，使风的动能变为静压，作用在建筑物的迎风面上，使迎风面上所受到的压力大于大气压，从而在迎风面形成正压区。风在受到迎风面的阻挡后，从建筑物的屋顶及两侧快速绕流过去。绕流作用增加的风速使建筑物的屋顶、两侧及背风面受到的压力小于大气压，形成负压区。若在建筑物迎风面及背风面开设洞口，气流就会从正压区流向负压区，形成室内外的通风换气，如图3.11所示。

室内的自然通风一般是热压作用和风压作用的综合结果。从组织自然通风设计的角度来看，风压通风对改善室内环境的效果比较显著。但是，由于室外风速和风向经常变化，在实际通风计算时仅考虑热压的作用。

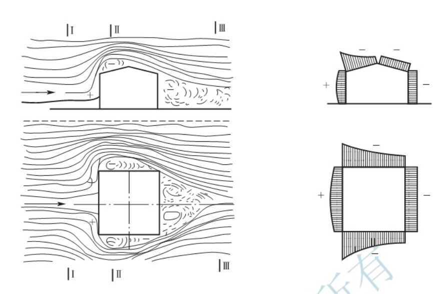


图 3.11　风绕房屋流动形成风压示意图

3.4.2　自然通风设计的原则

1. 合理设计厂区建筑群

选择了合理的建筑朝向，还必须布置好建筑群体，才能组织好室内通风。建筑群的平面布置有行列式、错列式、斜列式、周边式、自由式等，从自然通风的角度考虑，错列式、斜列式和自由式均能争取到较好的朝向，自然通风效果良好。建筑物的高低错落也应考虑加以排列，以有利于通风。

2. 选择合适的建筑朝向

为了组织好自然通风，应限制厂房宽度并使其长轴垂直于当地夏季主导风向。从减少建筑物的太阳辐射和组织自然通风的综合角度来看，厂房南北朝向是最合理的。

3. 导风设计

选择合适的门窗及设施，可以起到很好的挡风、导风的作用。中轴旋转窗扇、水平挑檐、挡风板、百叶板、外遮阳板及绿化均是挡风、导风经常用到的，这些可以用来很好地组织室内通风。

4. 厂房开口位置适当

如果进风口和排风口都设在中央，则室内气流分布好。进风口直对着排风口，会使气流直通，风速较大，但风场影响范围小。人们把进风口直对着排风口的风称为穿堂风。如果进、排风口错开，风场影响的区域会较大。如果进出风口都开在正压区或负压区一侧或者整个房间只有一个开口，则通风效果较差。为了获得舒适的通风，开口的高度应较低，使气流能够作用到人身上，同时增大上下进、排风口的垂直距离，高侧窗和天窗可以使顶部热空气更快导出。通常，取排风口比进风口面积大，对于自然通风更有利。

5. 合理布置热源位置

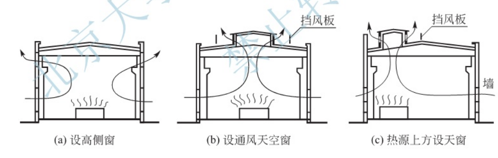
以热压通风为主的厂房，热源应布置在天窗的下面，使热空气排出的路线短捷顺畅，为提高通风效果，设置下沉式天窗时，热源应错开井底板布置。在利用穿堂风时，热源应布置在夏季主导风向的下风位，进、排风口应布置在一条线上。

3.4.3 冷加工车间的自然通风

冷加工车间内无大的热源，室内余热量较小，所以在通风设计中以自然风压通风为主，一般按采光要求设置的窗口，其上有适当数量的开启扇和门就能满足车间的通风换气要求。在朝向设计方面，应考虑使厂房纵向垂直于夏季主导风向，或不小于45°倾角，并限制厂房宽度。门窗开设方面，在侧墙上设窗，在纵横贯通的端部或在横向贯通的侧墙上设置大门，室内少设或不设隔墙，使其有利于穿堂风的组织。为避免气流分散，影响穿堂风的流速，冷加工车间不宜设置通风天窗，但为了排除积聚在屋盖下部的热空气，可以设置通风屋脊。

3.4.4 热加工车间的自然通风

热加工车间内除了有大量的热源外，还可能有灰尘和有害气体。因此热加工车间更要充分利用热压原理，合理设置进、排风口位置，有效地组织自然通风，给厂房室内一个健康的环境，如图3.12所示。



(a) 设高侧窗　　(b) 设通风天空窗　　(c) 热源上方设天窗

图 3.12　排气口位置

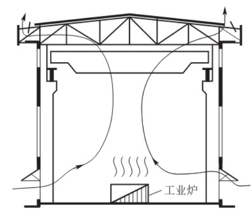


图 3.13　南方地区热车间剖面形式

1. 进排风口设计

我国南北区域气候差异较大，建造地区不同，热加工车间进、排风口布置也应不同。南方地区夏季炎热、时间长，冬季气候温和、时间短。南方地区热车间的剖面形式如图3.13所示。墙下部为开敞式，屋顶设通风天窗。为防雨水溅入室内，窗口下沿应高出室内地面60～80 cm。因为冬季不冷，无须调节进、排风口面积控制风量，故进、排风口可不设窗扇，但为防止雨水飘入室内，必须设挡雨板。

对于北方地区散热量很大的厂房，由于冬季、夏季温差较大，进、排风口均需设置窗扇。北方地区热车间的剖面形式如图 3.14 所示。夏季可将进、排风口窗扇开启组织通风，根据室内外气温条件，调节进、排风口面积进行通风。冬季，应关闭下部进风口，开上部(距地面大于2.4～4.0m)进气口，以防冷气流直接吹至工人身上，对工人的健康有害。

侧窗窗扇开启方式有上悬、中悬、平开和立旋 4 种。其中，平开窗、立旋窗阻力系数小、流量大、方便开启，立旋窗可以导向，因而常用于进气口的下侧窗。其他位置须开启的侧窗可以用中悬窗(开启角度可达 80°)，便于开关。上悬窗开启费力，局部阻力系数大，不常用，因此，排风口的窗扇也常用中悬窗，如图 3.15 所示。

2. 通风天窗的选择

如果仅靠侧窗通风不能满足要求，厂房建筑往往在屋顶上设置通风天窗。通风天窗的类型主要有矩形和下沉式两种。

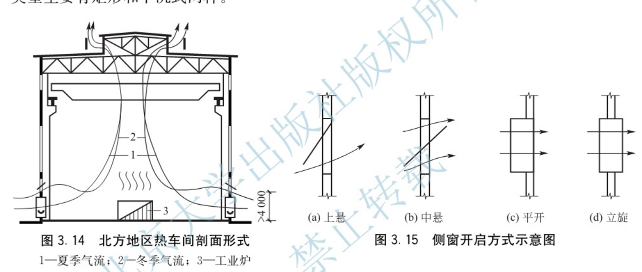


图 3.14　北方地区热车间剖面形式

1—夏季气流；2—冬季气流；3—工业炉

图 3.15　侧窗开启方式示意图

1) 矩形通风天窗

矩形通风天窗是最常用的天窗。当热压和风压共同作用时，厂房迎风面下部开口的热压和风压的作用方向是一致的，因此，从下部开口的进风量比热压单独作用时大，如图 3.16 所示。如果风压大于热压时，上部开口不能排风，从而形成所谓的“倒灌风”现象。为了避免这种现象，需要在天窗侧面设置挡风板，当风吹到挡风板时会产生气流飞跃，在天窗口与挡风板之间形成负压区，保证天窗在任何风向的情况下都能稳定排风。这种带挡风板的矩形天窗称为矩形通风天窗或避风天窗。

挡风板在可能的情况下可以采用倾斜的安装方式，以增强抽风能力。挡风板与窗口的距离影响天窗的通风效果，根据试验，挡风板距天窗的距离 L 和天窗口高 h 的比值应在 0.6～2.5 的范围内。当天窗挑檐较短时，比值可用 1.1～1.5 的范围；当天窗的挑檐较长时，比值可用 0.9～1.25 的范围。大风多雨地区此值还可偏小。当平行等高跨两矩形天窗排风口的水平距离 L 小于或等于天窗高度 h 的 5 倍时，可不设挡风板，因为该区域的风压始终为负压，如图 3.17 所示。

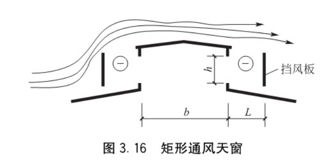


图 3.16　矩形通风天窗

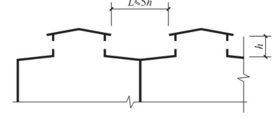


图 3.17　天窗互起挡风作用

2）下沉式天窗

下沉式天窗由于其陷在屋盖内部，可以利用屋盖本身遮挡形成负压区，因而具有较好的通风能力。其优点是：可降低厂房高度 4～5m，减少了风荷载及屋架上的集中荷载，可相应减小柱、基础等结构构件的尺寸，节约建筑材料，降低造价；由于重心下降，抗震性能好；由于通风口处于负压区，通风稳定；布置灵活，热量排除路线短，采光均匀等。其缺点是：屋架上下弦受扭，屋面排水复杂，因屋面板下沉有时室内会产生压抑感。

下沉式通风天窗有纵向下沉式、横向下沉式及井式下沉式 3 种布置方式。

(1) 纵向下沉式天窗是沿厂房的纵向将一定宽度的屋面板下沉(图 3.18)，可布置在屋脊处或屋脊两侧。

(2) 横向下沉式天窗是每隔一个柱距或几个柱距就将整个跨度的屋面板下沉(图 3.19)。

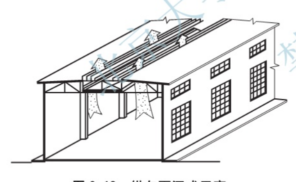


图 3.18　纵向下沉式天窗

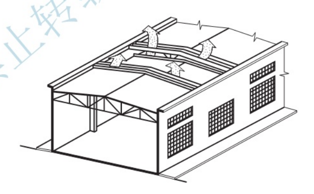


图 3.19　横向下沉式天窗

(3) 井式下沉式天窗是每隔一个柱距或几个柱距将一定范围的屋面板下沉，形成天井。天井可设在跨中(图 3.20)，也可设在跨边，形成中井式或边井式天窗。

除矩形通风天窗、下沉式通风天窗外，还有通风屋脊、通风屋顶(图 3.21)等，在通风口处设置挡雨板或者挡风板，挡风板可以做成活动的，以便冬季关闭。在南方气候炎热地区的热加工车间，除采用通风天窗外，也可采用开敞式外墙，除了设置挡雨板挡雨外，不设窗扇，如图 3.22 所示。

3. 其他通风措施

在高低跨厂房中，为有效地组织通风，也可将高跨适当抬高，增大进、排风口高度差。此时不仅侧窗进风，低跨的天窗也可以进风，但低跨天窗与高跨天窗之间的距离不宜

小于 24～40m，以免高跨排出的污染空气进入低跨。

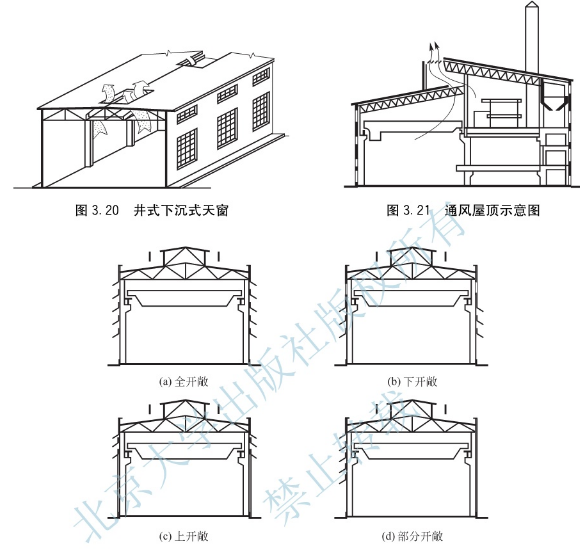


图 3.20　井式下沉式天窗

图 3.21　通风屋顶示意图

(a) 全开敞

(b) 下开敞

(c) 上开敞

(d) 部分开敞

图 3.22　开敞式厂房剖面示意

在等高跨厂房中，应将冷热跨间隔布置，并用轻质吊墙将二者分隔，吊墙距地面 3m 左右。实测证明，这种措施对通风有效，气流可由冷跨流向热跨，热气流由热跨通风天窗排出，气流速度可达 1m/s 左右，如图 3.23 所示。

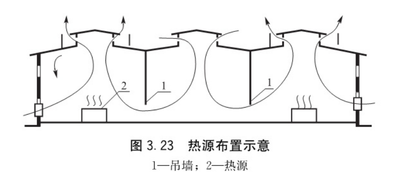


图 3.23　热源布置示意

1—吊墙；2—热源

3.5 屋面排水方式及其他问题对厂房屋顶形式的影响

3.5.1 屋面排水方式

厂房排水有无组织排水和有组织排水两种。其中有组织排水又分为外排水和内排水两种，如图 3.24 所示。

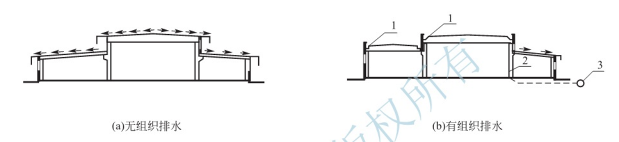


图 3.24　排水方式示意图

1—天沟；2—雨水管；3—地下排水面网

在多跨厂房中，为了排除雨水及考虑屋顶结构的特点，常把屋顶做成内天沟的多脊双坡形式(图 3.25)，坡度为 1/12～1/5。其特点是屋顶承重构件结构合理，材料消耗少。

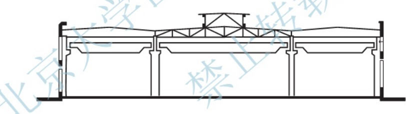


图 3.25　多脊双坡示意图

在厂房排水设计中也可以将惯用的多脊双坡排水改为缓长坡排水(图 3.26)，经验证明，它不仅减少了天沟、雨水管及地下排水管网的数量，也简化了构造、降低了造价、减少了后期维修的麻烦，保证了生产的正常进行。

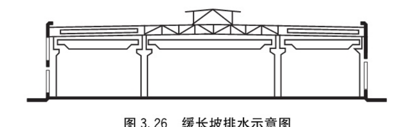


图 3.26　缓长坡排水示意图

3.5.2 其他问题

在剖面设计中还应考虑保温与隔热问题。

在采暖的厂房中，围护结构应具有一定的保温性能，在构造设计上也要具有严密性。尽量选择面积大小合适的门窗，合理、简洁的厂房剖面形式，使厂房的外墙散热面积最小，以降低能耗、节省能源。

夏季炎热地区，对厂房要考虑隔热措施，通常是使厂房的外墙面积较大以增加散热面积，做双层通风屋顶，以降低屋面内表面温度，减少对房间的热辐射。

本 章 小 结

1. 厂房的剖面设计首先要考虑满足生产工艺的要求，确定适用、经济的厂房高度；其次厂房剖面设计建筑参数应符合《厂房建筑模数协调标准》(GB/T 50006—2010)；以及满足厂房的采光、通风、防排水及围护结构的保温、隔热等设计要求；构造的选择应经济合理，易于施工。

2. 厂房高度是室内地坪到屋顶承重结构下表面之间的距离。由于柱子是厂房竖向承重的主要构件，厂房高度常为柱顶标高。厂房的柱顶标高和牛腿标高应该遵守《建筑采光设计标准》(GB 50033—2013)。

3. 厂房天然采光设计是充分利用日光资源，提供高质量的采光条件。天然采光方式主要有侧面采光、顶部采光 、混合采光 3 种。一般工业建筑经常采用侧面采光或混合采光。厂房采光面积的确定，经常利用《建筑采光设计标准》(GB 50033—2013)给出的窗地面积比的方法。

4. 厂房的自然通风可分为机械通风和自然通风两种。除生产工艺有特殊要求的厂房和工段需采用机械通风外，一般厂房通风设计时应首选自然通风，或以自然通风为主，辅之以简单的机械通风。

知识拓展——单层厂房剖面的常用尺寸

单层厂房剖面的常用尺寸见表 3-4。

表 3-4 单层厂房剖面的常用尺寸

厂房室内地面至柱顶的高度/m	厂房跨度/m							起重运输设备/t
	6	9	12	18	24	30	36	
3.0～3.9	√	√	√					无起重设备或有悬挂起重设备
4.2～4.5	√	√	√					$Q<5$t，Q 为起重量
4.8～5.1	√	√	√	√	√			$Q<5$t
5.4～5.7	√	√	√					
6.0～6.3	√	√	√	√	√	√		
6.6～6.9			√					

（续）

厂房室内地面至柱顶的高度/m	厂房跨度/m							起重运输设备/t
	6	9	12	18	24	30	36	
7.2	√	√	√	√	√	√	√	
7.8			√	√	√			
8.4			√	√	√	√	√	5t≤Q≤12.5t
9.6			√	√	√	√	√	5t≤Q≤20t
10.8				√	√	√	√	5t≤Q≤32t
12.0				√	√	√	√	8t≤Q≤50t
13.2～14.4					√	√	√	8t≤Q≤50t
15.8～18.0						√	√	20t≤Q≤50t

本 章 习 题

1. 厂房高度的含义是什么？如何确定厂房高度？厂房其他各部分的高度与标高如何确定？
2. 厂房采光方式有哪些？
3. 天然采光的基本要求是什么？什么是采光系数？
4. 侧面采光具有哪些特点？天窗采光的类型与特点是什么？
5. 如何利用“窗地面积比”的方法进行采光计算？
6. 自然通风的基本原理是什么？
7. 如何布置热加工车间的进、排风口？
8. 通风天窗的类型与特点是什么？
9. 屋面排水对剖面有什么样的影响？

第4章 单层厂房立面及室内设计

【教学目标与要求】

- 了解厂房建筑立面设计的因素。
- 掌握厂房建筑立面设计的手法。
- 了解厂房建筑室内设计的要求。

单层厂房的外部立面形象和内部空间处理的恰当与否会给人们某种精神方面的感受，如何根据生产工艺、施工水平、经济条件和建筑美学的处理手段，设计出简洁明快、充分体现工业建筑特色的建筑形象是建筑设计人员要认真考虑的。单层厂房的立面和室内设计是以生产性质和厂房体型组合为前提来考虑的。厂房体型和内部空间组合设计必然受到生产工艺、结构形式、基地环境、气候条件以及环保要求等因素的制约。

4.1 立面设计

4.1.1 厂房立面设计以生产性质和厂房体型组合为基础

（1）不同的生产工艺流程有着不同的平面布置和剖面处理手段，由此形成的厂房体型也不同。轧钢、造纸等工业，由于其生产工艺流程是直线的，多采用单跨或单跨并列体型，体型简洁；中小型机械工业一般采用垂直式生产流程，内部空间连通，厂房高度差一般差距不大，厂房的体型多为方形或长方形的多跨组合；重型机械厂的金工车间，由于产品和设备大小相差很大，厂房体型起伏较多；铸造车间往往各跨的高宽均有不同，有出屋面的设备，露天跨的吊车栈桥、烟囱等，体型组合较为复杂。

由于生产的机械化、自动化程度的提高及节约用地和投资的原因，在国外常采用方形或长方形大型联合厂房。存散碎材料的储仓建筑多采用适于生产工艺的各种拱形或三角形剖面的通长体型。

（2）结构形式对厂房体型和外立面有着直接影响。同是一种生产工艺，可以采用不同的建筑结构方案。厂房屋顶的承重结构形式在很大程度上决定着厂房的体型。如厂房的平屋顶、双坡屋顶、拱形屋顶和壳体屋顶等，造成的立面效果截然不同。

（3）气象条件对厂房的体型组合也有一定的影响。炎热地区由于通风散热的要求，厂房体型多舒展、开敞，外墙周长较长，开窗数量较多，面积较大。寒冷地区由于防寒保温的要求，厂房的体型一般集中、紧凑，窗数量少，面积也较小。降雨量大的地区一般采用坡屋顶，降雨量小的地区一般采用平屋顶。

厂房的立面设计就是运用建筑构图规律在已有的厂房体型基础上利用柱子勒脚、门窗、墙面、线脚、雨篷等构件，进行有机的组合与划分，使立面取得简洁大方、比例恰当、节奏自然、色调质感协调统一的效果。

4.1.2 厂房立面设计常用的划分手法

厂房的立面设计常采用垂直、水平和混合3种立面划分手法。

1. 立面垂直划分

单层厂房的纵向外墙，多为简单、扁长的条形，采用垂直划分可以改变墙面的扁平比例，使厂房显得雄伟、挺拔。这种组合大多根据外墙的结构特点，在一个柱距内利用柱子、侧窗等构件构成竖向线条的重复单元，然后进行有规律的重复分布，使立面具有垂直方向感，形成垂直划分。

厂房里吊车梁上下设置的高低侧窗与凸出外墙面的柱子做竖向组合，在吊车梁处留有实墙面与窗洞形成明显的虚实对比，垂直的柱子与水平向的条窗和墙板，构成了既有垂直线条，又有水平连系的立面体系，使厂房的立面处理既达到完整统一，又有变化，取得了较好的整体效果。

综合起来看，垂直划分的立面设计主要是采用长墙短分的手法，以重点处理的窗户所垂直排列的侧窗成组分隔，既节奏分明，又打破了单调感，能取得较好的立面效果，如图4.1所示。

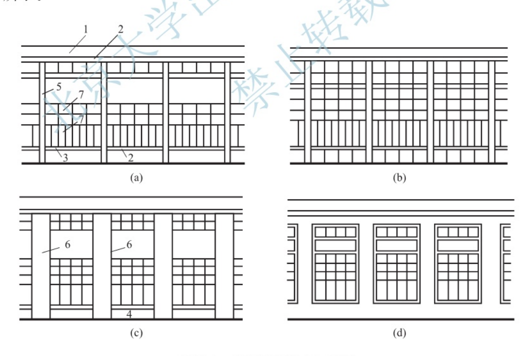


图4.1 墙面垂直划分示意图

1—女儿墙；2—窗眉线或遮阳板；3—窗台线；4—勒脚；5—柱；6—窗间墙；7—窗

2. 立面水平划分

厂房水平划分通常的处理手法是在水平方向设通长的带形窗，并可以用通长的窗眉线

或窗台线，将窗连成水平条带；或者利用檐口、勒脚等水平构件，组成水平条形带；在开敞式外墙的厂房里，设置挑出墙面的多层挡雨板，用阴影的作用使水平线条更加突出；大型装配式墙板厂房，常以与墙板相同大小的窗户代替墙板，构成通长水平带形窗。也有用涂层钢板和淡色透明塑料制成的波纹板作为厂房外墙材料，它们与其他颜色的墙面相间布置，自然构成不同色带的水平划分，形成水平方向的线条，这样既可简化围护结构，又利于建筑工业化。

水平划分的外形简洁、舒展、大方，很多厂房立面都采用了这种处理手法(图 4.2)。

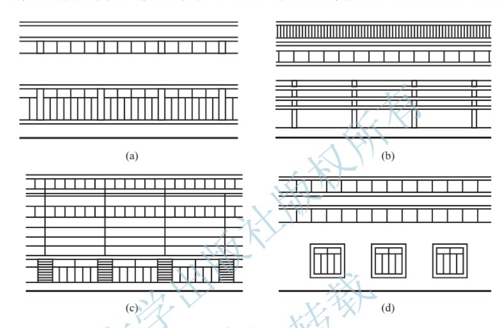


图 4.2　墙面水平划分示意图

3. 立面混合划分

立面的水平划分与垂直划分经常不是单独存在的，一般都是结合运用，但是其中会以某种划分为主；或者两种方式混合运用，互相结合，相互衬托，不分明显主次，从而构成水平与垂直的有机结合。

采用这种处理手法时应注意垂直与水平的关系，务必使其达到互相渗透，混而不乱，以取得生动和谐、外形统一的效果，如图 4.3 所示。

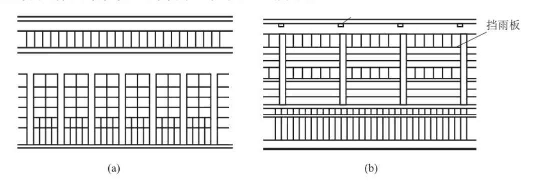


图 4.3　墙面混合划分示意图

这些是单层厂房立面设计中运用建筑构图规律和艺术处理手法常用的一些设计方法，在具体设计中还必须深入实际，具体情况具体分析，切忌生搬硬套。

4.2 室内设计

厂房室内设计是工业建筑设计的重要内容之一。

生产环境的优劣直接影响着生产者的身心健康，优良的室内环境除有良好的采光、通风外，还要使室内布置井然有序、整洁大方，色彩使人愉悦。良好的室内环境对职工的生理和心理健康有良好的作用，对提高劳动生产效率也十分重要。

厂房的承重结构、外墙、屋顶、地面和隔墙等构成了厂房内部的空间形式，这些也是内部设计的重要内容；生产设备及其布置、管道组织、艺术装修及建筑小品设计、室内栽花种草、色彩处理等都直接影响厂房内部的面貌及其使用效果，是车间内部设计的有机组成部分，也是为职工创造良好工作环境的重要方面。

厂房内部设计是一项综合设计，它涉及各个工种业务，仅靠建筑师是完不成此项任务的，必须由各行专家通力合作去完成。组成厂房内部空间的建筑构件和其他内含成分作为一个统一体，应该全面地、综合地进行构图设计。建筑师不仅要配合室内设计工作，而且还要组织、领导此项工作。因为建筑设计一开始就和厂房内部设计有直接联系，只有建筑师才能全面、系统地考虑这些问题，并协调这些问题。

影响厂房室内设计的因素有以下几个方面。

(1) 厂房承重结构的材料、形式和布置。

(2) 生产设备的布置。

(3) 管道组织。

(4) 室内绿化和建筑小品。

(5) 生产用家具。

(6) 宣传画及图表。

(7) 室内色彩处理。

4.2.1 厂房承重结构材料、形式和布置对室内设计的影响

厂房承重结构(柱、屋架)材料、形式的选用和布置都直接影响厂房内部的空间形式。因此，在选择结构材料和形式时，要适当地考虑内部空间的观感效果。不同生产要求、不同规模的厂房有不同的内部空间特点，但单层厂房与民用建筑或者多层工业建筑相比，其内部空间特点是非常明显的。单层厂房的内部空间规模大，结构清晰可见，有的厂房内有精密的机器、设备等。生产工序决定设备布置，也形成空间使用线索。

单层厂房的内部空间一般都比较大、高度也较为统一，在不影响生产的前提下，厂房的上部空间可结合灯具设计些吊饰，有条件的也可做局部吊顶；在厂房的下部可利用柱间、墙边、门边、平台下等生产工艺不便利用的空间布置生活设施，给厂房内部增添一些生活的因素。

厂房建筑中结构形式所形成的内部空间主要有以下 3 种形式。

1. 跨间式

跨间式是目前最常用的一种形式。多跨并列组成了厂房的平剖面形式。为了采光和通

风，屋顶上部设有各种形式的天窗。其特点是跨间纵向空间畅通，比较宽敞，不感到封闭和压抑，还具有明显的透视感和深远感。

钢筋混凝土屋架和双肢柱，其形式轻巧而空透。当采用钢结构时，因其构件截面小，所以比钢筋混凝土构件还要轻巧和空透。

在这类空间中宜注意跨间端头山墙面的处理(壁画、浮雕等)，以丰富内部空间的艺术效果。

2. 方形柱网式

方形柱网式是通用性很强的平面形式，现在应用得也很多。方形柱网的跨度和柱距大小相近或相等，其内部空间无明显的方向性。各结构的空间单元多为统一的，且相互连通，具有空间开阔性。整个厂房内部构图具有清楚的空间序列并富有节奏感。

方形柱网结构形式多为各种壳体，具有较好的艺术表现力，结构单元划分明确，从而使内部空间节奏感和韵律感增强。屋顶虽是大片实体覆盖结构，但它自然变化的曲面以及在壳面上开窗口的办法，仍能使人们感到它是薄壁而轻巧的结构形式。同时，其内柱较少，设备布置灵活，空间通透，也开阔了人们的视野，使内部空间具有流动连续的趋势。

3. 大厅式

大厅式的跨度大，高度也较大，形成一个完整的空间。其特点是开阔、雄伟而统一。

由于大跨度和大高度，使厂房经常设置天窗。各种形式的天窗是大厅式厂房内部最明亮的部分，最容易被人们观察到。它是内部建筑设计构图中最积极、最突出的因素之一，是画龙点睛之处。各种形式的天窗及其布置方式对内部空间有不同的影响，同时给人带来不同的感受。点式平天窗在屋顶上均匀布置，有如天空中的繁星点点，给人们以亲切自然感；带形天窗及其排列给人们以重复性的纵深感。

人们对厂房内部空间的感受，大多数是由一个空间过渡到另一个空间的过程中完成的。因此，内部空间构图的统一性是非常重要的。在厂房平剖面布置中不可避免地有一些需要隔开的工段、工作地点和各种用途的小房间。如果它们的位置选择不当，可能使整个空间被分割而显得零乱。因此，应将这类房间加以集中，统一布局以保持内部空间的完整性和统一性。为减少遮挡和增加空透感，对某些需要分隔的工段、工作地点以及各种用途的小房间可采用封闭的隔墙进行分隔。

4.2.2 生产设备的布置

厂房内部空间处理应突出生产性质、满足生产要求，根据生产工艺流程线组织空间，形成规律。机器、设备的布置要合理，室内色彩应淡雅，机器、设备的色彩要既统一协调又有一定的变化。厂房内部设计应有新意，避免单调的环境使人产生疲劳感。

厂房中数量最多的是生产设备，它占有厂房主要的内部空间，其形式和布置对室内设计有较大的影响。在有许多设备(机械制造、纺织厂等)的大厂房中，墙、隔墙对室内设计的影响就退居次要地位，影响较大的是设备，一进厂房首先映入眼帘的是设备。设备的形式、布置和色彩处理不仅要满足生活工艺要求，也应考虑人们对其感受的效果。例如，采用形式优美、色彩悦目的机床可以有效地改善厂房内部空间的观感。水力、火力发电厂，原子能发电站内的设备就起到了创造内部空间的作用，具有雕塑形式的设备本身，有节奏

的布置，配合强大的起重运输设备，就能创造一个给人印象深刻、有规律的构图。各种吊车、运输带及其他设备也积极地改变着室内空间。地上的运输工具(涂装亮的对比色)也是创造室内空间的因素。建筑师在做室内设计时应按整体构思尽量把它们组织到统一的内部构图中去。

设备布置可有以下几种形式。

(1) 有规律的、成组的排列。厂房中相同的大型而复杂的设备布置宜按照形状、规格统一布置，或者接近，量大的设备形成有规律的、成组的排列，用其形成的断续的节奏和轮廓线，一般能获得明显的组织性、规律性的视觉效果。

(2) 按区段分组配置颜色。为了避免一种形式的机床和辅助设备给人单调、千篇一律的印象，在这种情况下较好的处理手法是用颜色按区段分组，用颜色区别主要的和辅助的设备。

(3) 均匀布置交通运输通道。有的厂房因设备形状多样而复杂，生产设备的布置给人以无组织、无规律的感觉。此时，宜将车间交通运输通道在车间内均匀布置，突出和发挥通道在室内构图中协调统领的作用，相对地可改善设备布置无规律的感觉。

4.2.3 管道组织对室内设计的影响

厂房中经常有大量的管道，为了便于管理和维修宜集中设置，其布置、色彩等处理得当也能增加室内的艺术效果。

管道的标志色彩一般为：热蒸汽管、饱和蒸汽管涂红色；煤气管、液化石油气管涂黄色；压缩空气管涂浅蓝；乙炔管涂深蓝；给水管涂蓝色；排水管涂绿色；油管涂棕黄色；氢气管涂白色。

在管道组织布置原则。

(1) 内部管道尽量不要孤立无组织设置，应使它们成为内部整体构图中的有机组成部分。

(2) 各种用途的管道，应分别涂以色彩，根据工艺要求，有条理分散或者集中组合在一起，敷设在厂房内部的指定地点。

① 暗藏式。将管道布置在技术夹层、吊顶和格构式的结构中。

② 敞露式。管道直接暴露在内部空间中，一般单层厂房中常敷设在屋架空间、天窗架空间中，双肢柱的腹杆区域内、吊车下面以及设备平台板的下面等处。

(3) 管道布置应在适应工艺流程的同时灵活性地布置，避免单调，千篇一律。

4.2.4 室内绿化和建筑小品对室内设计的影响

在厂房内部进行装饰性的绿化和美化可以在心理方面给人们愉悦的感受，可以加强人与自然环境的联系，还可起到改善室内小气候的作用，尤其是在厂房内生活间、休息室和人流较集中等地方进行绿化，效果就更显著。车间内部进行绿化一般有下列几种手法。

(1) 庭院式。在车间内的一个独立空间中布置人工绿化景点，它可起到绿化和营造公共小庭院的作用。

(2) 沿墙式。沿外墙布置，在观感上起到外部自然环境延续到室内的作用。

(3) 架空式。在一定高度上绕柱植花或将花盆悬吊于屋架上，并有序列地摆放。

4.2.5 生产用家具对室内设计的影响

生产用家具(工作台、工具柜、废品箱等)的形式和色彩的选择是室内设计不可忽视的内容。这些家具的造型应简洁、美观、大方，并应和整个内部空间设计风格协调一致。

4.2.6 宣传画及图表对室内设计的影响

在厂房里，为了保证生产安全和应遵守的生产操作规程，在车间内一般都设有很多宣传画和图表。这些宣传画及图表在生产环境中可起到宣传教育的作用，应把它们放在一个适当的位置，纳入内部设计统一的构思中去。

在工作地点附近可以布置一些生产操作规程、劳动保护条例，形式要美观，字迹应工整、艺术。行政和群众组织的通知，也应分别布置在特制的宣传栏上。宣传栏宜放在车间入口、门厅和休息的地方。宣传栏可利用墙面或独立的宣传板，周围可布置一些盆栽花草。

4.2.7 室内色彩处理对室内设计的影响

1. 色彩的作用

打破车间内部的单调感及改变人们的心理状态，内部的色饰起着重要的作用。车间内部进行色彩处理可获得如下的效果。

(1) 提高车间内部的建筑艺术效果，可创造明快、舒适的劳动环境，使人们得到美的感受，提高劳动热情。

(2) 改善视力条件，降低视觉疲劳，提高生产操作的准确性，提高产品质量。

(3) 减少生产事故，保证安全生产。在设备、管道、工具、运输设备上施以标志色、警戒色后，给人视觉上以强烈的吸引和刺激，引起人们精神上的集中，按警示要求，小心从事，可显著地提高生产技术安全效果。

生产工艺流程，零件加工特点(精确、脑力、体力、间断或连续、注视等)，结构形式和房间大小，天然采光和人工照明的光源(彩色和光谱的组成)，被色饰设备的用途、状态(动、不动)和大小；有无危险地段和危险程度，建造地区的气候条件，窗口朝向和室内小气候(温、湿、废气和灰尘)等都直接影响厂房内部的色彩选择。影响因素如此之多，但主要的还是生产工艺。

2. 室内色彩的分类

色彩是室内经常使用的经济有效的装饰品。建筑材料有固有的色彩，有的材料如钢构件、压型钢板等需要涂油漆防护，而油漆有不同的色彩。工业厂房体量大能够形成较大的色彩背景，在室内，色彩的冷暖、深浅的不同会给人以不同的心理感受。同时还可以利用色彩的视觉特性调整空间感，尤其色彩的标志及警戒作用，在工业建筑设计中更为重要。

厂房内部的色彩一般分环境色、机械色和标志色。其中环境色是指厂房建筑内部的色

彩；机械色一般是由设备制造厂选定；厂房中常用标志色来区分表示危险、禁止、警告、安全和界线等。

1）室内环境色

由于色彩在人们心理上起着冷、暖、动、静、轻、重、远、近、紧缩和扩大等感觉，因此，在生产过程中散发出大量热量的及噪声较大的车间或经常在白炽灯照明下进行生产的车间宜用冷色，如浅蓝、绿、翠绿、湖蓝等色，可使室内趋于安静，使人有如置身于自然环境之中的感觉。温度正常、噪声小以及工作人员少的车间宜用暖色，如乳黄、橙黄、淡红、淡褐、草绿等色，使室内具有温暖、明亮的特点。又如在狭窄、低矮、使人感到压抑的车间里，如果在顶棚和墙面上施以浅绿色或浅蓝色的涂料，车间可显得宽敞些。潮湿的房间(纺织、造纸、皮革、选矿)可采用暖色，它可给人造成房间干燥的感觉。生活间的更衣室宜采用低浓度的暖色，从心理方面减轻换衣时的寒冷感。淋浴间应施以冷色调，从心理上减轻闷热感。厕所、盥洗室宜施以浅亮色，以使室内保持清洁。

纺织厂噪声大、温湿度高、工人视野范围内大多是一些较大的织机。这类车间色彩的选择应遵循既要营造良好的视觉条件，又要在心理上感觉到减轻了噪声和湿度的原则。顶棚可用黄色，梁用天蓝色或黄色。黄色可减轻湿度感，天蓝色可减轻温度感。墙的面积较小，可采用暖色，柱子可涂绿色。

精密机床、仪表、光学仪器等精密性生产中的加工件非常纤细，加工时很费视力。在这些车间工作的工作人员的疲劳或兴奋都会影响产品质量和工作效率，为减轻疲劳、镇定精神，宜选用浅蓝色或浅绿色。

室内环境色设计要有一些深浅的变化和局部的对比。一般的做法是，根据车间内部面积的不同将色彩分成三组：基本色、辅助色和重点色。

基本色应用于大面积的表面，如顶棚、墙面、大的设备等。辅助色应用于中等面积的表面，如柱子、地面、设备的某些部位。重点色是指小面积的色饰，应重点突出、醒目、有趣，使厂房增加新鲜悦目的气息，并与基本色形成对比，如门厅、吊车、地面上运输工具、爬梯、栏杆等。

室内色彩的深浅变化，一般是上浅下深，大面积的色彩应比小面积稍淡一些。

色彩处理不仅美化环境，同时也能改善厂房的光照条件。因此，选择色彩的亮度(反射系数)主要根据上、中、下位置，并有所不同。开敞的屋架、梁及其类似的构件、起重运输吊车等，这些构件组成了厂房的上部空间，其色饰应采用亮色，其反射系数为50％～80％；顶棚的反射系数要大一点，应为60％～80％；墙、隔墙、柱、门反射系数为40％～55％；设备部分(机床、运输工具)的反射系数为25％～55％；地面、墙的根部、设备基础的反射系数为20％～45％。

在选择色彩时，还必须考虑人工照明对色彩效果的影响。由于人工光源和自然光源的光谱组成不同，因而其显色效果也有差异。如在红黄色调的室内，用发出红光较多的白炽灯照明时，会使红黄色调看上去更加鲜艳，使人感到温暖而华丽。若改用冷白色荧光灯照明，因为此种灯发出青蓝色光谱成分较多，会使鲜艳的红黄色调被冲淡或罩上一层灰亮色，而破坏温暖华丽的室内气氛。

2）机械色

机械色一般是由设备制造厂选定的，建筑师应积极参与或结合室内环境色彩设计的总体构想提出设备饰色的建议或方案与制造厂商议。

当设备不多，但体积较大时，设备色饰应与背景色(顶棚、墙面)形成对比，则可使机器在室内显得突出、美观。当机器设备多，排列又较密时，宜采用与房间内表面比较调和的色调。

3）标志色

厂房中常用标志色有以下几种。

(1) 红色：用来表示电气、火灾的危险标志；禁止通行的通道和门；防火消防设备、防火墙上的分隔门等。

(2) 橙色：危险标志，用于高速转动的设备、机械、车辆、电气开关柜门；也用于有毒物品及放射性物品的标志。

(3) 黄色：警告的标志，用于车间的吊车、吊钩等，使用时常涂装黄色与白色、黄色与黑色相间的条纹，提示人们避免碰撞。

(4) 绿色：安全标志，常用于洁净车间的安全出入口的指示灯。

(5) 蓝色：多用于给水管道，冷藏库的门，也可用于压缩空气的管道。

(6) 白色：界线的标志，用于地面分界线。

本章小结

1. 单层厂房的立面和室内设计是以生产性质和厂房体型组合为前提来考虑的。厂房体型和内部空间组合设计必然受到生产工艺、结构形式、基地环境、气候条件以及环保要求等因素的制约。

2. 厂房立面设计常采用垂直、水平和混合这 3 种立面划分手法。

3. 厂房室内设计是工业建筑设计的重要内容之一。影响厂房室内设计的有厂房承重结构的材料、形式和布置，生产设备的布置，管道组织，室内绿化和建筑小品，生产用家具，宣传画及图表和室内色彩处理等因素。

4. 厂房建筑中结构形式所形成的内部空间主要有跨间式、方形柱网式、大厅式。车间内部绿化可以用庭院式、沿墙式、架空式等手法。

5. 管道组织布置应使内部管道尽量不要孤立地、无组织地设置，而应使它们成为内部整体构图中的有机组成部分；各种用途的管道，应分别涂以色彩，根据工艺要求，有条理地分散或者集中组合在一起，敷设在厂房内部的指定地点；管道布置应在适应工艺流程的同时灵活性地布置，避免单调，千篇一律。

6. 厂房内部的色彩一般分环境色、机械色和标志色。环境色是指厂房建筑内部的色彩；机械色一般是由设备制造厂选定；厂房中常用标志色来区分表示危险、禁止、警告、安全和界线等。

知识拓展——厂房立面的设计知识

单层厂房的外部立面形象设计和内部空间的处理是相互影响、相辅相成的。外部立面形象是生产功能的外延，是构成厂房的重要组成部分。

现代社会，单层厂房的外部立面设计和内部空间设计应遵循生态、环保、节能的原则，寻求建筑、人和自然三者之间的和谐统一，创造一个健康、愉悦的绿色生态环境。

厂房的设计要遵循适用、安全、经济、美观的建筑原则，客观反映建筑内在功能的组织逻辑，造型上力求适应时代变化、体现时代特色。设计中要考虑多视角的观赏效果，充分与周围环境协调，在满足使用功能的前提下，利用局部的造型及色彩、材质等变化来丰富建筑形体，使建筑个性鲜明，特点突出。

本 章 习 题

1. 常用的厂房设计立面划分手法有哪几种？其特点分别是什么？
2. 影响室内设计的因素有哪些？
3. 在课程设计中，你是如何处理立面的？

课程设计任务书

题目：单层金工装配车间

一、设计目的和要求

通过理论教学、参观和设计实践，使学生熟悉有关设计规范及相关标准图集，初步了解一般工业建筑的设计原理；初步掌握建筑设计的基本方法和步骤；掌握单层厂房定位轴线布置的原则和方法；掌握单层厂房剖面、立面及详图设计的内容和方法。培养综合应用所学理论知识分析问题和解决问题的能力，进一步训练和提高绘图技巧及识读施工图的技能。

二、项目简介

本工程为长春市某金工装配车间，主要用于构件的机械加工与构件装配。厂房结构形式为装配式钢筋混凝土排架结构，工艺流程、吊车规格见附图(图4.4～图4.7)。

三、设计内容与深度

1. 平面图(比例1∶200)

(1) 进行柱网布置。

(2) 划分定位轴线并进行轴线编号。

(3) 布置围护结构及门窗。

(4) 绘出吊车轮廓线，标注吊车起重量Q，吊车跨度L_K，轨顶标高H_1。

(5) 标注两道尺寸(轴线尺寸、总尺寸)。

(6) 绘出详图索引。

2. 剖面或纵剖面一个(比例1∶200)

(1) 绘出柱、屋架、天窗架、屋面板、吊车梁、墙、门、窗、连系梁、基础梁、吊车、金属梯等。

(2) 标注两道尺寸及标高(室内外地面、门窗洞口、女儿墙顶、轨顶、柱顶标高)，画

出定位轴线并进行编号。

（3）标注详图索引。

3. 详图(比例 1∶10、1∶20)

1）平面节点详图

绘出 5 个平面节点详图，要求绘出柱、墙、定位轴线，标出必要的尺寸(或文字代号)并进行轴线编号。

2）剖面节点详图

选择屋面及天窗节点详图 2 个，选择构造方式，进行细部处理。标注必要的尺寸、材料及做法。

四、附图(图 4.4～图 4.7)

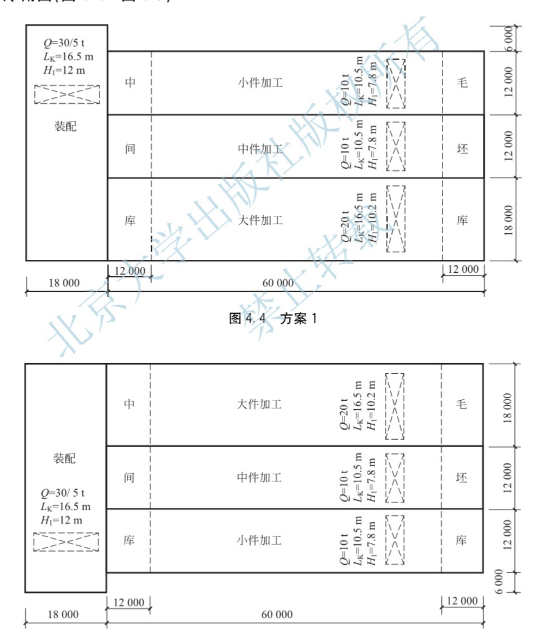


图 4.4 方案 1

图 4.5 方案 2

12 000
12 000
18 000
6 000
毛
坯
库
小件加工
中件加工
大件加工
Q=10 t
L_K=10.5 m
H_1=7.8 m
Q=10 t
L_K=10.5 m
H_1=7.8 m
Q=20 t
L_K=16.5 m
H_1=10.2 m
中
间
库
装配
Q=30/5 t
L_K=16.5 m
H_1=12 m
12 000
12 000
60 000
18 000

图 4.6　方案 3

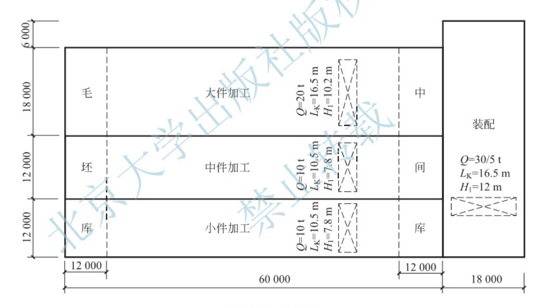


图 4.7　方案 4

第5章 单层厂房定位轴线的标定

【教学目标与要求】

- 掌握定位轴线的作用、分类。
- 掌握横向定位轴线的确定原则。
- 掌握纵向定位轴线的确定原则。
- 掌握纵横跨相交处定位轴线的确定原则。

5.1 概　　述

单层厂房定位轴线是确定厂房主要承重构件的位置及其相互间标志尺寸的基准线，也是厂房施工放线和设备安装定位的依据。通常，平行于厂房长度方向的定位轴线称为纵向定位轴线，相邻两条纵向定位轴线间的距离标志着厂房跨度，即屋架的标志长度(跨度)。垂直于厂房长度方向的定位轴线称为横向定位轴线，相邻两条横向定位轴线间的距离标志着厂房柱距，即吊车梁、连系梁、基础梁、屋面板及外墙板等一系列纵向构件的标志长度(图 2.5)。

标定定位轴线时，应满足生产工艺的要求，并注意减少构件的类型和规格、预制装配化程度及其通用互换性，提高厂房建筑的工业化水平。

5.2 横向定位轴线

横向定位轴线一般通过吊车梁、屋面板、连系梁、基础梁及墙板标志尺寸端部的位置。

5.2.1　中间柱与横向定位轴线的联系

除横向变形缝处及端部排架柱外，中间柱的中心线应与横向定位轴线相重合。此时，屋架端部位于柱中心线通过处。连系梁、吊车梁、基础梁、屋面板及外墙板等构件的标志长度皆以柱中心线为准。柱距相同时，这些构件的标志长度相同，连接构造方式也可统一，如图 5.1 所示。

5.2.2　横向伸缩缝、防震缝处柱与横向定位轴线的联系

在单层厂房中，横向伸缩缝、防震缝处一般是在一个基础上设双柱、双屋架。各柱有各自的基础杯口，这主要是考虑便于柱的吊装就位和固定。双柱间应有一定的间距，这是由于

双杯口壁要有一定的厚度和构造处理的要求而定的。如果其定位轴线的标定仍与中间柱的标定一样，则吊车梁间和屋面板间将出现较大的空隙而使它们不能连接。由于吊车的运行和屋面封闭的需要，必须采用非标准的补充构件连接吊车梁和屋面板，如图 5.2 所示。这样处理使构件类型增多，不利于建筑工业化。为了不增加构件类型，有利于建筑工业化，横向变形缝处定位轴线的标定常采用双轴线处理，各轴线均由吊车梁和屋面板标志尺寸端部通过。两轴线间的距离 a_i 为缝宽 b_c，即 $a_i=b_c$。两柱中心线各自轴线后退 600mm，如图 5.3 所示。这样标定，吊车梁、屋面板等纵向连系构件的标志尺寸规格不变，与其他柱距处的尺寸规格一样，不增加补充构件。只是其与柱和屋架的连接处的埋设件位置有变，各自后退 600mm。变形缝两侧柱间的实际距离较其他处的柱距减少 600mm，但柱距的标志尺寸仍为 6 000mm。

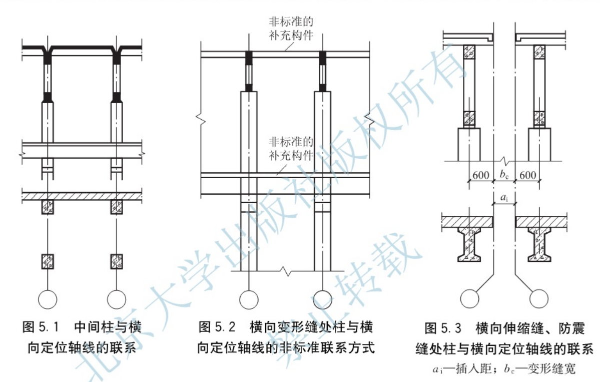


图 5.1　中间柱与横向定位轴线的联系

图 5.2　横向变形缝处柱与横向定位轴线的非标准联系方式

图 5.3　横向伸缩缝、防震缝处柱与横向定位轴线的联系

a_i—插入距；b_c—变形缝宽

5.2.3　山墙与横向定位轴线的联系

山墙为非承重墙时，墙内缘和抗风柱外缘应与横向定位轴线相重合。端部排架柱的中心线应自横向定位轴线向内移 600mm，端部实际柱距减少 600mm。定位轴线与山墙内缘重合，可保证屋面板端部与山墙内缘之间不出现缝隙，避免采用补充构件，如图 5.4 所示。端柱中心线自定位轴线内移 600mm，是由于山墙设有抗风柱，该柱需通至屋架上弦或屋面梁上翼缘处，其柱顶用板铰与屋架或屋面大梁相连接，以传递风荷载。因此，端部屋架或屋面梁与山墙间应留有一定的空隙，以保证抗风柱得以通上。一般情况下，端柱内移 600mm 后所形成的空隙已能满足抗风柱通上的要求。同时也与变形缝处定位轴线的处理相同，以便于构件定型和通用互换。

山墙为砌体承重时，墙内缘与横向定位轴线间的距离 λ 应按砌体的块料类别分别为半块或半块的倍数或墙厚的 50%，如图 5.5 所示。这样规定，是考虑当前有些厂房仍有用各种块材(如各种砖或混凝土砌块)砌筑厂房外墙，以保证构件在墙体上应有的支撑长度，同时也照顾到各地有因地制宜灵活选择墙体材料的可能性。

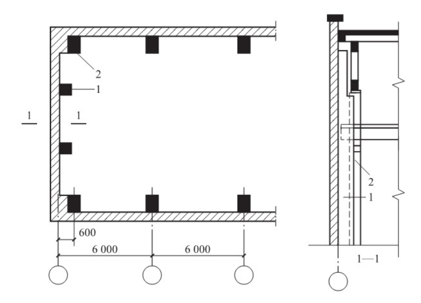


图 5.4 非承重山墙与横向定位轴线的联系
1—山墙抗风柱；2—厂房排架柱(端柱)

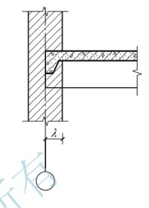


图 5.5 承重山墙与横向定位轴线的联系
λ—墙体块材的半块(长)、半块的倍数(长)或墙厚的50%

5.3 纵向定位轴线

纵向定位轴线在柱身通过处是屋架或屋面大梁标志尺寸端部的位置。

5.3.1 墙、边柱与纵向定位轴线的联系

纵向定位轴线的标定与吊车桥架端头长度、桥架端头与上柱内缘的安全缝隙宽度以及上柱宽度有关，如图 5.6 所示。图中：

h——上柱宽度(mm)，一般为 400mm、500mm；

h_0——轴线至上柱内缘的距离(mm)；

C_b——上柱内缘至桥架端部的缝隙宽度(安全缝隙)(mm)，其值见表 5-1；

B——桥架端头长度，其值随吊车起重量大小而异，见表 5-1；

a_c——联系尺寸(mm)，即轴线至柱外缘的距离；

L——厂房跨度(m)；

L_K——吊车跨度(吊车轮距)(m)；

e——轴线至吊车轨道中心线的距离，一般取 750mm；当吊车起重量大于 500kN 时或有构造要求时，可取 1 000mm；砌体结构的厂房中，当采用梁式吊车时允许取 500mm。

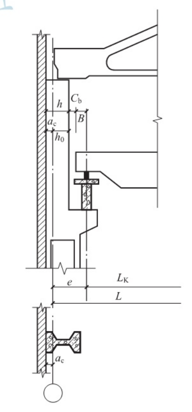


图 5.6 轴线与上柱宽度、吊车桥架端头长度及安全缝隙之间的关系

为使吊车跨度与厂房跨度相协调，L 与 L_K 之间的关系为 $L-L_K=2e$。

表 5-1　吊车桥架端部尺寸(B)及最小的安全缝隙宽度(C_b)值

吊车起重量/kN	<50	50～100	150/30～200/50	300/50～500/100	750/200
B/mm	186	230	260	300	350～400
C_b/mm	≥80	≥80	≥80	≥80	≥100

注：各厂产品不同表内数值略有出入。本表按国家标准《通用桥式起重机》(GB/T 14405—2011)选用。

由图 5.6 可知，

$$e=B+h_0+C_b$$

因为安全缝隙要等于或大于允许的缝宽，所以上式可写成

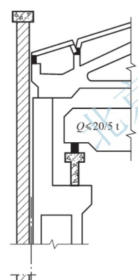
$$e-(B+h_0)\geqslant C_b$$

根据柱距大小和吊车起重量大小，纵向定位轴线的标定分以下两种情况。

1. 轴线与外墙内缘及柱外缘重合

此情况即 $a_c=0$，$h=h_0$。

这种标定法适用于无吊车或只设悬挂式吊车的厂房以及柱距为 6m，吊车起重量 $Q\leqslant$(200/50)kN 的厂房，如图 5.6 所示。



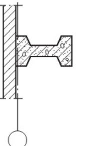


图 5.7　外墙、边柱与纵向定位轴线的联系

因为 $Q\leqslant$(200/50)kN 时，其相应的参数为 $h=h_0=400$mm，$B=260$mm，$C_b\geqslant 80$mm。根据公式 $e-(B+h_0)\geqslant C_b$，即 750mm－(260＋400)mm＝90mm＞80mm，说明安全缝隙大于允许的缝宽，构造合理，如图 5.7 所示。

2. 轴线与柱外缘之间增设联系尺寸 a_c

此情况即 $h_0=h-a_c$，a_c 值应为 300mm 或其倍数。当墙体为砌体时，可采用 50mm 或其整倍数。这种标定法适用于柱距为 6m，吊车起重量大于等于(300/50)kN 的厂房(图 5.6)。因为此时其相应参数为 $h=400$mm，$B=300$mm，$C_b\geqslant 80$mm。如果仍采用第一种标定法，即 $a_c=0$，$h=h_0$ 时，根据公式 $e-(B+h_0)\geqslant C_b$，即 750mm－(300＋400)mm＝50mm＜80mm，则不满足安全缝隙宽度的要求。

这说明，由于吊车起重量或柱距的增大，相应的 B 和 h 值也相应增大，如果仍采用第一种标定法，则不可能满足吊车运行时所需要的安全缝隙宽度的要求。因此，要采用第二种标定法，即在轴线不动的情况下，把柱外缘自轴线向外推移一个 a_c 值的距离，即 $h_0=h-a_c$。如果墙为砖砌体时，a_c 值取 50mm 或其整倍数，如果为墙板，a_c 值取 300mm 或其整数倍，则 h_0＝(400－50)mm＝350mm。按公式 $e-(B+h_0)>C_b$，即 750mm－(300＋350)mm＝100mm＞80mm，可满足安全缝隙宽度的要求。

采用第二种标定时，必须注意保证屋架在柱上应有的支撑长度

(当屋架等与柱刚接时除外)不得小于 300mm，如果不足时则上柱头应伸出牛腿以保证支座长度。

在无吊车或只有悬挂式吊车的厂房中，当采用带有承重壁柱的外墙时，若壁柱较大，足够支撑屋顶承重构件，则墙内缘与纵向定位轴线相重合，如图 5.8(a)所示；若壁柱较小，不够支撑屋顶承重构件，则墙内缘与纵向定位轴线的距离应为墙体块材的半块或半块的倍数，如图 5.8(b)所示；当采用承重外墙时，墙内缘与纵向定位轴线间的距离宜为墙体块材的半块的倍数或使墙中心线与定位轴线相重合，如图 5.8(c)所示。

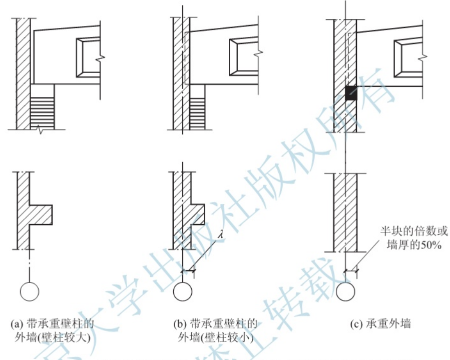


图 5.8 带承重壁柱的外墙及承重外墙与纵向定位轴线的联系

λ—墙材半块、半块倍数或墙厚的 50%

5.3.2 中柱与纵向定位轴线的联系

1. 等高跨中柱

等高厂房的中柱，宜设置单柱和一条纵向定位轴线。定位轴线通过相邻两跨屋架的标志尺寸端部，并与上柱中心线相重合，如图 5.9(a)所示。上柱截面高度 h 一般取 600mm，以保证两侧屋架应有的支点长度。上柱头不带牛腿，制作简便。

等高厂房的中柱，由于相邻跨内的桥式吊车起重量、厂房柱距或构造等要求须设插入距时，中柱可采用单柱及两条纵向定位轴线。插入距 a_i 应符合 3M 数列，上柱中心线宜与插入距中心线相重合，如图 5.9(b)所示。

2. 高低跨处中柱

高低跨处采用单柱时，如高跨吊车起重量 $Q \leqslant (200/50)$kN，则高跨上柱外缘与封墙内缘宜与纵向定位轴线相重合，如图 5.10(a)所示。

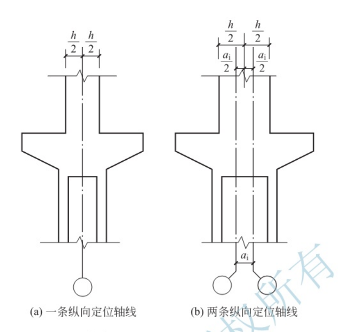


图 5.9　等高跨的中柱与纵向定位轴线的联系

当高跨吊车起重量较大，即 $Q \geqslant (300/50)$kN 时，其上柱外缘与纵向定位轴线间宜设联系尺寸 a_c，这时，应采用两条纵向定位轴线，两线间的距离为插入距 a_i。此时 a_i 在数值上等于联系尺寸 a_c，如图 5.10(b)所示。对于这类中柱仍可看作是高跨的边柱，只不过由于高跨吊车起重量大等原因，使构造上需要加设联系尺寸 a_c，即相当于该柱外缘应自该跨定位轴线向低跨方向移动 a_c 的距离。但对低跨来说，为简化屋面构造，在可能时，其定位轴线则应自上柱外缘、封墙内缘通过，所以此时在一根柱上同时存在两条定位轴线，分属于高、低跨。

如封墙处采用墙板结构时，可按图 5.10(c)、(d)所示处理。

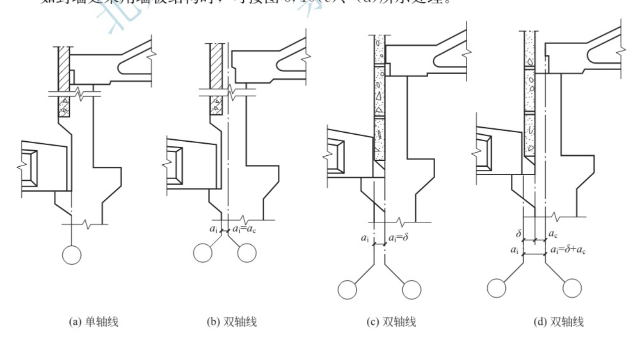


图 5.10　高低跨处中柱与纵向定位轴线的联系

a_i—插入距；a_c—联系尺寸；δ—封墙厚度

5.3.3 纵向变形缝处柱与纵向定位轴线的联系

当厂房宽度较大时，沿厂房宽度方向需设置纵向变形缝，以解决横向变形问题。

等高厂房需设纵向伸缩缝时，可采用单柱并设两条纵向定位轴线。伸缩缝一侧的屋架或屋面梁搁置在活动支座上，如图5.11所示，此时$a_i=b_c$。

不等高厂房设纵向伸缩缝时，一般设置在高低跨处。当采用单柱处理时，低跨的屋架或屋面梁可搁置在设有活动支座的牛腿上，高低跨处应采用两条纵向定位轴线，其间设插入距a_i。此时a_i在数值上与伸缩缝宽度b_c、联系尺寸a_c、封墙厚度δ的关系如图5.12所示。

高低跨采用单柱处理，结构简单、吊装工程量少，但柱外形较复杂，制作不便。尤其当两侧高度差悬殊或吊车起重量差异较大时往往不甚适宜，这时伸缩缝、防震缝可结合沉降缝采用双柱结构方案。

当伸缩缝、防震缝处采用双柱时，应采用两条纵向定位轴线，并设插入距。柱与纵向定位轴线的定位规定可分别按各自的边柱处理，如图5.13所示。此时，高低跨两侧结构实际上是各自独立、自成系统的，仅是互相靠拢，以便下部空间相通，有利于组织生产。

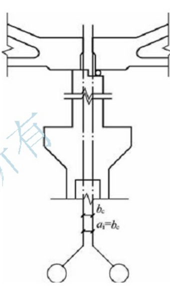


图5.11 等高厂房纵向伸缩缝处单柱与双轴线的联系

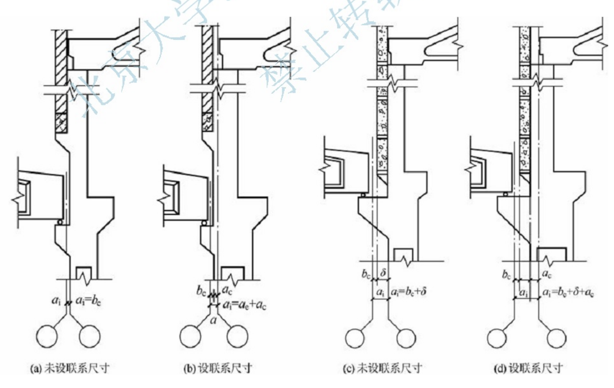


图5.12 不等高厂房纵向伸缩缝处单柱与纵向定位轴线的联系

a_i—插入距；a_c—联系尺寸；b_c—伸缩缝宽；δ—封墙厚度

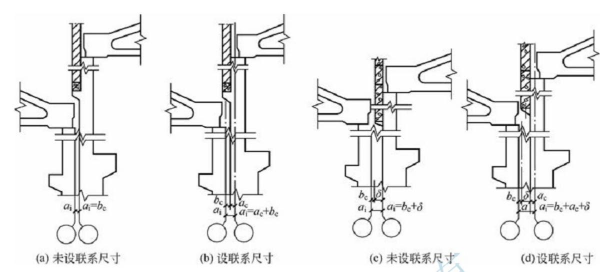


图 5.13　不等高厂房纵向变形缝处双柱与纵向定位轴线的联系

a_i—插入距；a_c—联系尺寸；b_c—变形缝宽；δ—封墙厚度

5.4 纵横跨相交处的定位轴线

在厂房的纵横跨相交时，常在相交处设变形缝，使纵横跨各自独立。纵横跨应有各自的柱列和定位轴线。各轴线与柱的定位按前述诸原则进行，然后再将相交体都组合在一起。对于纵跨，相交处的处理相当于山墙处；对于横跨，相交处的处理相当于边柱和外墙处的定位轴线定位。当山墙比侧墙低且长度不大于侧墙时，可采用双柱单墙设置变形缝，如图 5.14(a)、(b)所示；当山墙比侧墙短而高时，应采用双柱双墙设置变形缝，如图 5.14(c)、(d)所示。

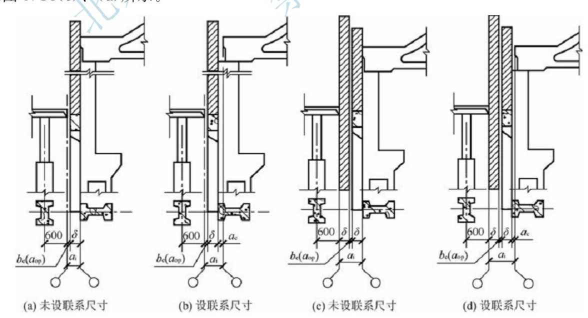


图 5.14　纵横跨相交处柱与定位轴线的联系

a_i—插入距；a_c—联系尺寸；b_c—变形缝宽；δ—封墙厚度；a_{op}—吊装墙板所需的净空尺寸

有纵横相交跨的厂房，其定位轴线编号常是以跨数较多部分为准，统一编排。

本章所述定位轴线标定，主要适用于装配式钢筋混凝土结构或混合结构的单层厂房，对于钢结构厂房，见本书第10章或《厂房建筑模数协调标准》(GB/T 50006—2010)。

本章小结

1. 单层厂房定位轴线是确定厂房主要承重构件位置及其相互间标志尺寸的基准线，也是厂房施工放线和设备安装定位的依据。

2. 横向定位轴线标志连系梁、吊车梁、基础梁、屋面板及外墙板等构件的长度。除横向变形缝处及端部排架柱外，中间柱的中心线应与横向定位轴线相重合。

3. 纵向定位轴线标志屋架或屋面大梁的长度。

4. 根据柱距的大小和吊车起重量的大小，边柱纵向定位轴线的标定分轴线与外墙内缘及柱外缘重合(封闭结合)、轴线与柱外缘之间增设联系尺寸 a_c(非封闭结合)两种情况。

5. 中柱分等高跨中柱和高低跨处中柱与纵向定位轴线的联系。

6. 纵向变形缝处柱与纵向定位轴线的联系可采用单柱处理及双柱处理两种方式。

7. 在厂房的纵横跨相交时，常在相交处设变形缝，使纵横跨各自独立。纵横跨应有各自的柱列和定位轴线。各轴线与柱的定位按前述诸原则进行，然后再将相交体组合在一起。

知识拓展——构件的定位

1. 吊车梁

吊车梁的定位，应遵守下列规定。

(1) 吊车梁的纵向中心线与纵向定位轴线间的距离宜为750mm，如图5.15所示。

(2) 吊车梁的两端面应与横向定位轴线相重合。

(3) 吊车梁的两端底面应与柱子牛腿面标高相重合。

注：当构造需要或吊车起重量大于500kN时，吊车梁纵向中心线至纵向定位轴线间的距离宜为1 000mm。

2. 屋架或屋面梁

屋架或屋面梁的定位，应遵守下列规定。

(1) 屋架或屋面梁的纵向中心线宜与横向定位轴线相重合；端部、伸缩缝或防震缝处的屋架或屋面梁的纵向中心线与横向定位轴线间的距离宜为600mm。

(2) 屋架或屋面梁的两端面(不包括其上因搁置天沟板或檐口板而外挑部分)应与纵向定位轴线相重合。

(3) 屋架或屋面梁的两端底面宜与柱顶标高相重合；当设有托架或托架梁时，其两端底面宜与托架或托架梁的顶面标高相重合。

3. 托架或托架梁

托架或托架梁的定位，应遵守下列规定。

(1) 托架或托架梁的纵向中心线应与纵向定位轴线平行。在边柱处其纵向中心线应自纵向

定位轴线向内移150mm，如图5.16(a)所示；在中柱处，其纵向中心线应与纵向定位轴线相重合，如图5.16(b)所示；当中柱设置插入距时，其定位规定与边柱处相同，如图5.16(c)所示。

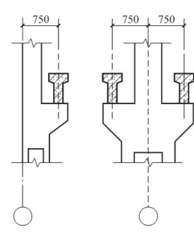


图5.15　吊车梁与纵向定位轴线的定位

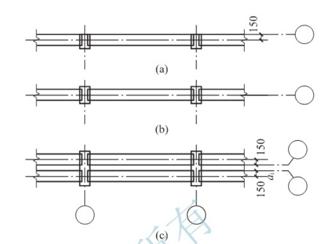


图5.16　托架或托架梁与定位轴线的定位

(2) 托架或托架梁的两端面应与横向定位轴线相重合。

(3) 托架或托架梁的两端底面应与柱顶标高相重合。

4. 屋面板

屋面板的定位，应遵守下列规定。

(1) 每跨两边的第一块屋面板的纵向侧面应与纵向定位轴线相重合。

(2) 屋面板的两端面应与横向定位轴线相重合。

(3) 屋面板端头底面应与屋架或屋面梁的上缘顶部支撑面相重合。

5. 外墙墙板

外墙墙板的定位，应遵守下列规定。

(1) 外墙墙板的内缘应与边柱或抗风柱外缘相重合。

(2) 外墙墙板的两端面应与横向定位轴线或抗风柱中心线相重合。

(3) 外墙墙板的竖向定位及转角处的墙板处理应结合个体设计确定。

注：本条规定适用于纵向高低跨处封墙为墙板时的情况。

6. 主要构件的尺度

主要构件的尺度，应遵守下列规定。

(1) 柱的截面尺寸应为技术尺寸，长度应为模数化尺寸。

(2) 吊车梁的截面尺寸应为技术尺寸，长度应为模数化尺寸。

(3) 屋架各杆件和屋面梁的截面尺寸应为技术尺寸，屋架和屋面梁的长度应为模数化尺寸，支撑外挑天沟或檐口的外挑部分之长度应为技术尺寸。

(4) 托架各杆件和托架梁的截面尺寸应为技术尺寸，托架和托架梁的长度应为模数化尺寸，其端头高度应采用模数化尺寸。

(5) 屋面板的高度应为技术尺寸，宽度和长度应为模数化尺寸。

(6) 外墙墙板的厚度应为技术尺寸，宽度和长度应为模数化尺寸。

注：① 屋面板宽度应采用1 500mm和3 000mm。

② 外墙墙板的宽度应采用900mm、1 200mm和1 500mm。

本 章 习 题

1. 什么是定位轴线？它有何作用？

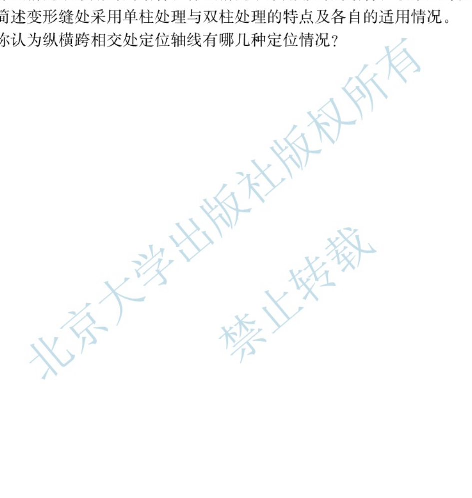
2. 纵向定位轴线和横向定位轴线各标志哪些构件的长度？

3. 端部排架柱和横向变形缝处柱子为何不与纵向定位轴线重合？柱中心距纵向定位轴线一般为多少？为什么？

4. 什么情况下采用封闭结合？什么情况下采用非封闭结合？联系尺寸如何确定？

5. 简述变形缝处采用单柱处理与双柱处理的特点及各自的适用情况。

6. 你认为纵横跨相交处定位轴线有哪几种定位情况？



第6章 单层厂房生活间设计

【教学目标与要求】

- 熟悉生活间的组成及各组成部分的设计要求。
- 了解生活间设计特点及注意事项。
- 熟悉生活间平面布置形式。
- 掌握生活间构造。

6.1 概　　述

为了满足生产过程中的生产卫生及工人生活、健康的需要，为了保证产品质量、提高劳动效率，在工厂中除厂房外还需设置辅助用室，即生活间。

生活间应根据工业企业生产特点、实际需要和使用方便的原则设置，包括工作场所办公室、生产卫生室(浴室、存衣室、盥洗室、洗衣房)、生活室(休息室、食堂、厕所)、妇女卫生室。有时，为了生产和管理上的方便及考虑经济效益，也可把车间的行政科组、技术室、计划调度室、小型库房、工具室、磨刀间、机修间等行政办公用房、辅助生产用房和生活间集中布置在同一栋建筑物内。

6.1.1 生活间的设计

生活间应避开有害物质、病原体、高温等有害因素的影响。建筑物内部构造应易于清扫，卫生设备应便于使用。职工食堂、浴室应符合相应的卫生标准要求。应根据工业企业生产性质设置职业卫生及职业病防治管理机构并配备必要的仪器设备。

一般生活间中存衣室、厕所、浴室等用房多布置在首层，并设在出入口附近；设在楼上的生活间，宜在车间和生活间之间的出入口附近设置楼梯；办公室应布置在顶层；多层厂房的卫生间常与电梯间、竖井及其他公用房间集中起来设计成一个平面与竖向的共用单体。通用厂房的生活间多分散布置，适合于各自分租后自成整体；也可与交通设施组成独立的单元分布在各出租区内。总之，各生活间的平面布局应根据生产的不同特征综合考虑，合理安排，符合厂房的工艺要求，避免人流的逆行及交叉。图6.1为生活间人流示意图。

6.1.2 生活间设计应注意的事项

生活间本属民用建筑，但位于厂区，并主要是为车间生产及生活服务的，所以设计中应注意以下事项。

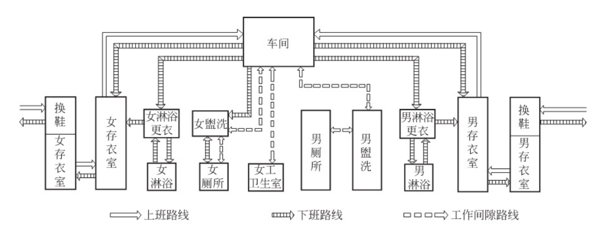


图 6.1 生活间人流示意

(1) 生活间的设计应本着“有利生产、方便生活”的原则，根据有关标准、规定，结合各车间的具体情况，因地制宜，区别对待，既要保证一定的卫生要求，又要反对铺张浪费。

(2) 生活间应尽量布置在车间主要人流出入口处，且与生产操作地点能方便联系，并避免工人上下班时的人流与工厂内主要运输线(火车、汽车等)交叉。人数较多集中设置的生活间以布置在工厂内主要干道两侧且靠近车间为宜。

(3) 生活间应有适宜的朝向，注意在总图布置时使之能获得较好的采光、通风及日照等条件。

(4) 生活间不宜布置在有散发粉尘、毒气及其他有害气体车间的下风侧或顶部，并尽可能避免噪声及振动的影响，以免被污染和干扰。同时，生活间的位置也不应妨碍车间的采光、通风、运输和发展。

(5) 在生产条件许可及使用方便的前提下，力求利用车间内部的空闲位置设置生活间，或将几个车间的生活室合并建造，以节省用地和投资。

(6) 生活间的平面布置应注意使面积紧凑、人流通畅、男女分设、管道集中且与所服务车间有方便的联系。其质量标准可参照当地一般民用建筑，建筑形式和风格应与车间和厂区环境相协调。

6.2 生活间的组成

6.2.1 车间办公室

车间办公室宜靠近厂房布置，且应满足采光、通风、隔声等要求。

6.2.2 生产卫生室

应根据车间的卫生特征设置浴室、存衣室、盥洗室，根据有毒物质、粉尘和其他有害

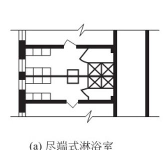
物质对人们影响伤害程度，其卫生特征可分4级，见表6-1。

表6-1 车间的卫生特征分级

卫生特征级别	有毒物质	粉尘	其他	必须设置的生产卫生用室(最低限)
1级	极易被皮肤吸收引起中毒的剧毒物质(如有机磷、三硝基甲苯、四乙基铅等)	—	处理传染性材料、动物原料(如皮毛等)	车间淋浴室，必要时设事故淋浴，并应设置不断水的供水设备；便服及工作服应分设存衣室、洗衣房、盥洗室
2级	易被皮肤吸收或有恶臭的物质，高毒物质(如丙烯腈、吡啶、苯酚等)	严重污染全身或对皮肤有刺激的粉尘(如炭黑、玻璃棉等)	高温作业、井下作业	车间淋浴室，必要时设事故淋浴，并应设置不断水的供水设备；便服及工作服可同室分开存放的存衣室、盥洗室
3级	其他毒物	一般粉尘(棉尘)	重作业	宜在车间附近或在厂区设置集中浴室，便服及工作服可同室存放的存衣室、盥洗室
4级	不接触有害物质或粉尘，不污染或轻度污染身体(如仪表、金属冷加工、机械加工等)	—	—	可在厂区或居住区设置集中浴室，工作服可在车间适当地点存放或存衣室与休息室合并，盥洗室

1. 淋浴室

车间淋浴室应按卫生要求和生产污染程度选择不同的形式(表6-1)。淋浴室应采取防水、防潮、排水和排气措施，且不宜直接设在办公室的上层或下层。淋浴器的数量，根据设计计算人数按表6-2所列计算。浴室、盥洗室、厕所的设计计算人数，一般按最大班工人总数的93%计算。女浴室和卫生特征1级、2级的车间浴室，不得设浴池。南方炎热地区需每天洗浴的，卫生特征4级车间的浴室每个淋浴器的使用人数可按13人计算。淋浴室的建筑面积宜按每套淋浴器5m^{2}计算确定。重作业者可设部分浴池，浴室内一般按每1m^{2}面积安1个淋浴器换算。浴室内一般按4～6个淋浴器设一具盥洗器。当附近无厕所时，淋浴室内应设厕所。如有剧毒生产过程的车间应设通过式淋浴室，其他可采用尽端式淋浴室，如图6.2所示。若存衣室与淋浴室之间有一定距离时，淋浴室应设更衣间，更



(a) 尽端式淋浴室

(b) 通过式淋浴室

图6.2 淋浴室的布置形式

衣间应与淋浴室分开，如图 6.3 所示。更衣间内应设存衣设备和更衣凳，每个淋浴喷头设 2 个更衣凳。淋浴室尺寸应满足淋浴间及过道间距的要求，便于工人使用，如图 6.4 所示。

表 6－2　淋浴器设计数量

车间卫生特征级别	1 级	2 级	3 级	4 级
每个淋浴器使用人数/人	3～4	5～8	9～12	13～24

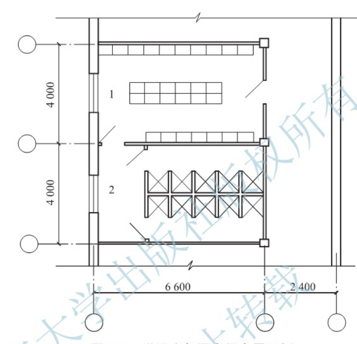
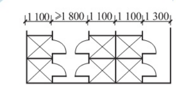


图 6.3　淋浴室与更衣间布置示例

1—设有更衣设备的更衣间；2—设有 10 个淋浴单间的淋浴室



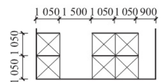


图 6.4　淋浴间及过道间距示意图

2. 盥洗室

车间内应设盥洗室或盥洗设备。盥洗水龙头的数量根据设计计算人数按表 6－3 所列计算。接触油污的车间，应供给热水。盥洗室常与厕所、淋浴室相邻布置。但在车间内部适当地点，如有粉尘、油垢污染手臂的工作岗位或休息室、值班室及车间入口附近等，也应分散布置若干盥洗设备，以方便工人就近使用。盥洗设施宜分区集中设置。在厂房内的盥洗设施应做好地面排水，在厂房外的盥洗设施宜设置雨篷并应防冻。盥洗室平面尺寸

表 6－3　盥洗水龙头设计数量

车间卫生特征级别	每个水龙头的使用人数/人
1、2 级	20～30
3、4 级	31～40

的确定应符合盥洗设备的大小和间距要求，满足工人盥洗最小活动的空间要求，如图 6.5 所示。

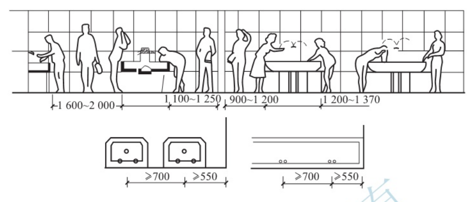


图 6.5　盥洗设备间距示意图

在工作过程中，会沾染病原体或易被皮肤吸收的剧毒物质和污染严重的工作场所必须设专用洗衣房。

3. 存衣室

存衣室是为适应工人上下班更换和存放衣服的要求而设置的。随着人们文化生活水平的不断提高，这种要求越来越强烈，因此，存衣室已成为生活间设计中的重要内容。存衣室和存衣设备应根据生产散发毒害的程度和使用人数设置。存衣室的设计计算人数，应按车间在册工人总数计算。存衣室应配置闭锁式衣柜。车间卫生特征 1 级的存衣室，便服、工作服应分室存放，以保证卫生条件，工作服室应有良好的通风。车间卫生特征 2 级的存衣室，便服、工作服可同室分开存放，以避免工作服污染便服。车间卫生特征 3 级的存衣室，便服、工作服可同室存放。存衣室也可与休息室合并设置。车间卫生特征 4 级的存衣室，存衣室与休息室可合并设置，或在车间内适当地点存放工作服。

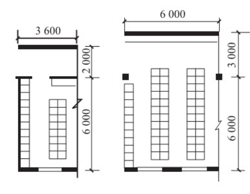


图 6.6　存衣室内衣柜布置方式

闭锁式衣柜占地面积大、价格较高，但不需专人管理，安全、方便，很受使用者欢迎，是目前广为采用的存衣设备。闭锁式衣柜按在册人数每人一柜设计。存衣柜尺寸受多种因素影响，设计时应全面考虑，以满足使用者的需求。存衣柜应尽可能垂直于外墙布置，以利于室内采光通风，如图 6.6 所示。衣柜间距应满足工人在中间活动的最小尺寸，应有足够的更衣面积，图 6.7 为存衣室活动范围示意。需要坐着更换工作服时应设更衣凳，并保证有足够的通行面积，其过道宽度不宜小于 1.2m。为节省投资和便于管理，存衣室以集中布置较好。对每天下班后需淋浴的工人，其存衣室与淋浴室应临近布置。生产环境较好时(如一般机加车间)，可在存衣室内设盥洗室，一室多用，使存衣室空间既经济又合理。图 6.8 所示为一般厂房生活间平面布置示例。

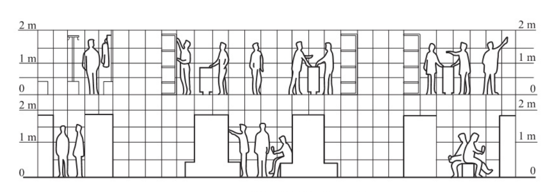


图 6.7 存衣室活动范围示意

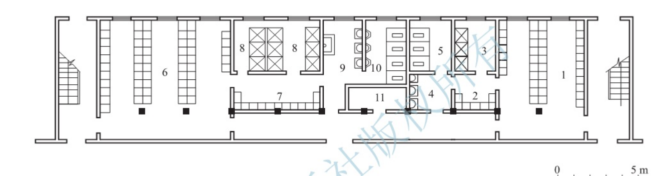


图 6.8 一般厂房生活间平面布置示例

1—女存衣室；2—女更衣间；3—女淋浴室；4—女盥洗室；5—女厕所；6—男存衣室；
7—男更衣间；8—男淋浴室；9—男盥洗室；10—男厕所；11—开水间

存衣室的存衣设备还有衣钩、开放式衣柜等形式。衣钩及开放式衣柜占地少、较经济，但需专人管理。

湿度大的低温重作业，如冷库和地下作业等，应设工作服干燥室，对特殊工种还应设除尘、消毒室。

6.2.3 生活用室

生活用室的配置应按照卫生特征分级定位，应与产生有害物质或有特殊要求的车间隔开，应尽量布置在生产工人相对集中的地方。

1. 休息室、食堂及厨房

工业企业应根据生产特点和实际需要设置休息室。休息室可兼作学习、取暖、进餐之用。休息室内应设置清洁饮水设施。女工较多的企业，应在车间附近清洁安静处设置孕妇休息室。

食堂的位置要适中，一般距车间不宜过远，但也不能与有危害因素的工作场所相邻设置，不能受有害因素的影响。食堂内应设洗手、洗碗、热饭设备。厨房的布置应防止生熟食品的交叉污染，并应有良好的通风、排气装置和防尘、防蝇、防鼠措施。

2. 厕所

厕所与作业地点的距离不宜过远，一般在 75m 左右。厕所应为水冲式，并有洗手设

备和排臭、防蝇措施，同时应设洗污池。厕所的蹲位数，应按使用人数进行设计计算。男厕所，100 人以下的工作场所按 25 人设一蹲位；100 人以上，每增加 50 人，增设一个蹲位；小便器的数量与蹲位数相同。女厕所，100 人以下的工作场所，按 20 人设一个蹲位；100 人以上，每增加 35 人，增设一个蹲位。厕所蹲位隔间及过道间距尺寸如图 6.9 所示。

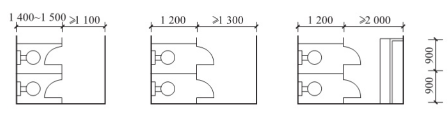


图 6.9　厕所蹲位隔间及过道间距尺寸示意图

生活卫生用房应有良好的自然采光和通风。

3. 妇女卫生室

最大班女工在 100 人以上的工业企业，应设妇女卫生室，且不得与其他用室合并设置。妇女卫生室由等候间和处理间组成。等候间应设洗手设备及洗涤池，处理间内应设温水箱及冲洗器。冲洗器的数量应根据设计计算人数确定。最大班女工人数为 100～200 人时，应设一具；大于 200 人时每增加 200 人应增设一具。

最大班女工在 40 人以上至 100 人以下的工业企业，可设置简易的温水箱及冲洗器。

6.2.4　应急救援

生产或使用有剧毒的物质的高风险度工业企业，必须在工作地点附近设置紧急救援站或有毒气体防护站，其使用面积按表 6-4 确定。

表 6-4　紧急救援站使用面积

职工人数/人	使用面积/m²	职工人数/人	使用面积/m²
<300	≥20	2 001～3 500	100～120
300～1 000	30～60	3 501～10 000	120～150
1 001～2 000	60～100	>10 000	≥ 200

6.3 生活间的布置形式

生活间的布置形式受诸多因素的影响，例如，地区的气候条件、企业的规模和性质、总平面人流和货运关系、车间的生产卫生特征，以及经济性等。其设计要力求使工人进厂后从生活间到工作地点的路线最短，避免和主要货运路线交叉，并且不妨碍厂房采光、通风和扩建，节约厂区占地面积，起到美化干道建筑造型等效果。常用的布置方式有以下 3 种：毗连式生活间、独立式生活间及车间内部式生活间。

6.3.1 毗连式生活间

毗连式生活间是与厂房纵墙或山墙毗连而建的，如图 6.10 所示。它用地较少，与车间联系紧密、使用方便；与车间共用一段墙，既经济又有利于室内保温。车间的某些辅助部分也可设在生活间底层，常用于单层厂房的冷加工车间。但当生活间沿车间纵墙毗连时，易妨碍车间的采光与通风。对于散发热量较大并有湿气及其他有害气体散发的厂房，其被生活间遮挡部分不宜超过厂房全长的 1/3；必要时，与生活间毗连的厂房边跨应增设天窗。

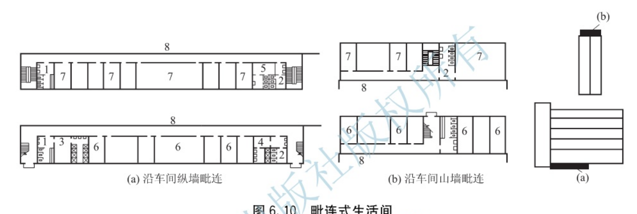


图 6.10 毗连式生活间

1—男厕所；2—女厕所；3—男浴室；4—女浴室；5—妇女卫生室；6—存衣室；7—办公室；8—车间

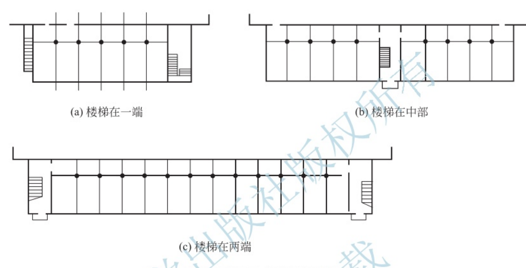
当生活间沿厂房山墙毗连时，人流路线多与车间内部运输线相平行，通行障碍少，但厂房端部常设有进出原材料及成品、半成品的大门，使生活间平面长度受到限制。

毗连式生活间多采用单面走廊的平面形式，常用的宽度有(6.0＋0)m、(6.0＋2.0)m、(6.6＋2.4)m(首项数代表房间进深，第二项数代表走廊宽度)。因受单面采光的限制，房间进深一般不超过 7.0m。

常用的开间为 3.3m、3.6m、3.9m 等。其中 3.6m 开间在多数情况下较能适应各种生活室及办公室的布置，结构也较经济，但与厂房柱距不易协调，常使生活间通往车间出入门的布置受到限制，也影响到生活间本身的布置和使用。

毗连式生活间的设计应根据房间数量及用途、生活间与车间的相对位置及所处地段长度，以及使用方便、经济合理等因素确定生活间的层数及进行各层平面的布置。与车间职工联系密切的生活用室、生产辅助用室皆宜布置在底层，行政管理用房可设在楼上。如因生产需要占用了大部分底层时，则设在楼上的生活用室应通过楼梯与车间保持方便联系。各生活用室的相对位置应与工人上下班使用服务设施的路线相符合，即按“上班—更衣—进车间”“下班—洗浴—更衣—出车间”的顺序布置各有关的生活用室，避免在使用过程中人流交叉、逆行或互相干扰。用水多的房间应尽可能集中，以便节省管道和统一构造措施。为方便起见，应将男女生活用室分区设置。各种办公用室也应区别使用要求，并按与车间联系的紧密程度合理布置；对与车间有经常联系的办公室应布置于通往车间的出入口或楼梯附近；联系少的或要求安静的办公室应与其他办公室或生活室适当远离。

毗连式生活间的楼梯可布置在生活间的一端、中部或两端，如图 6.11 所示。楼梯布置于一端的多用于车间人数较少，而男女所需生活用室数量差别较大的情况。由于楼梯在一端形成袋形走廊，其长度按防火规定应有一定限制，所以生活间长度不能过大。如果超出规定时则应增设室外楼梯，以保证紧急时能安全疏散。楼梯在中部的，也常用于车间职工人数不太多的情况，但两端袋形走廊的总长度较前述一端的大，故楼梯服务效率较高。楼梯位于两端的，多用于车间规模较大的情况，两部楼梯之间允许的最大距离均以防火规定为限；这种布置方式有助于男女服务设施分区设置，使用方便，管道集中，楼梯服务效率可以充分发挥。



(a) 楼梯在一端　　(b) 楼梯在中部

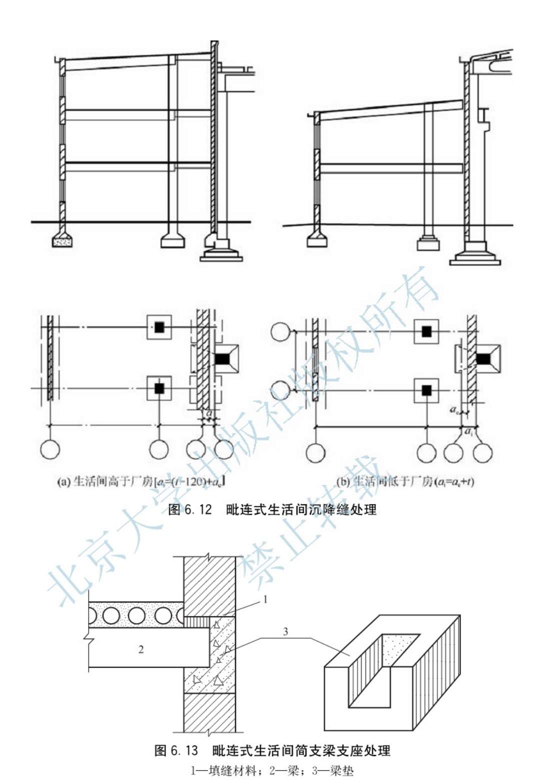
(c) 楼梯在两端

图 6.11　毗连式生活间楼梯间布置方案

毗连式生活间的底层由于常设有生产辅助用房，层高可因生产需要增大 3.3～3.6m。其余按当地一般民用建筑标准采用。

毗连式生活间各部构造一般与民用建筑相同，只是由于生活间与厂房毗连而建，两者使用情况不同，荷载相差悬殊，结构也各异，所以毗连处须设沉降缝。沉降缝的处理原则如下。

当生活间高于厂房时，毗连墙按属于生活间处理，沉降缝设在靠厂房一侧。如毗连墙为承重墙，墙下采用条形基础，则在遇到厂房柱基础处必须予以断开，断开处用钢筋混凝土承墙梁跨越厂房柱基础以承托毗连墙，也可在毗连墙下采用 6m 间距的墩式基础与厂房柱基础交错布置，上架基础梁承托毗连墙，如图 6.12(a)所示。此时，生活间楼板和屋顶可采用简支梁板结构，构造较为简单。当生活间低于厂房时，毗连墙按属于厂房处理，沉降缝设在生活间一侧，生活间可采用悬臂梁结构，如图 6.12(b)所示。悬臂梁结构可有效地解决两者间的不均匀沉降问题，但结构笨重，并由于毗连墙的分属不同，使生活间结构难以统一。为克服这一缺点，生活间仍可采用简支梁结构，但在支座处采取措施以解决不均匀沉降问题，如图 6.13 所示。由图可知，走廊小梁进墙部分不予灌浆填实，而是用苯板、沥青麻丝等松软材料填塞，使其在沉陷过程中可随之变形，在一定程度上解决了两者间的不均匀沉降问题，并不管毗连墙属于何方，生活间结构均可采用此种方案，这样有利于构件定型化。但其缺点是，当沉降时，沿走廊两边会产生纵向裂缝，甚至可能影响毗连墙及房间的使用质量和结构受力状态。另一方案是采用双墙，或厂房一边用梁柱结构，生活间以上用墙。



(a) 生活间高于厂房[$a_i=(t-120)+a_e$]　(b) 生活间低于厂房($a_i=a_e+t$)

图 6.12　毗连式生活间沉降缝处理

图 6.13　毗连式生活间简支梁支座处理

1—填缝材料；2—梁；3—梁垫

6.3.2　独立式生活间

独立式生活间占地较多，来往费时间，在北方或多雨地区可考虑以通廊与车间相联系，以免工人往返时受风吹雨淋。如果生活间与车间之间来往通道与厂内主要运输路线交叉时，则通道应改为架空栈桥或隧道，以保证通行安全。独立式生活间的布置、层高及构造处理等均与民用建筑相同。

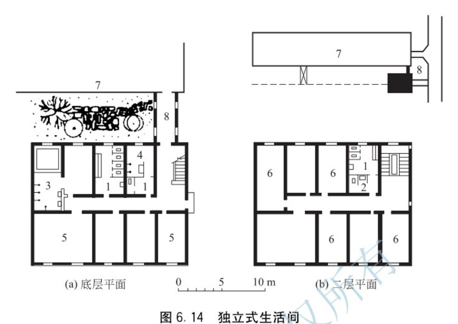


图 6.14 独立式生活间

1—男厕所；2—女厕所；3—男浴室；4—女浴室；
5—存衣室；6—办公室；7—车间；8—通廊

为了改进前述两种生活间存在的某些缺点，近年来在实践中采用了平面形式上独立但又与车间保持一定毗连的近似于混合式的生活间(图 6.15)，也可在厂房一端或一侧围成内院式的生活间(图 6.16)。

内院式生活间有利于争取好朝向，内院又可兼作工人休息场地，较之独立式用地更经济，较之毗连式卫生条件略好。生活间的体型和立面处理应与车间协调统一，其周围环境和美化、绿化设施也要同时考虑，使之构成完美的生产和生活空间，以利于职工的身心健康，如图 6.17 所示。

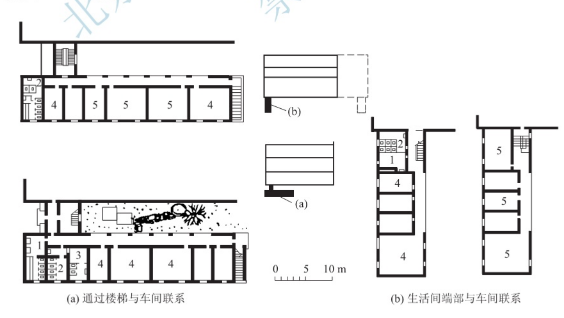


图 6.15 毗连式生活间改进示例

1—男厕所；2—女厕所；3—妇女卫生室；4—学习、休息、存衣室；5—办公室

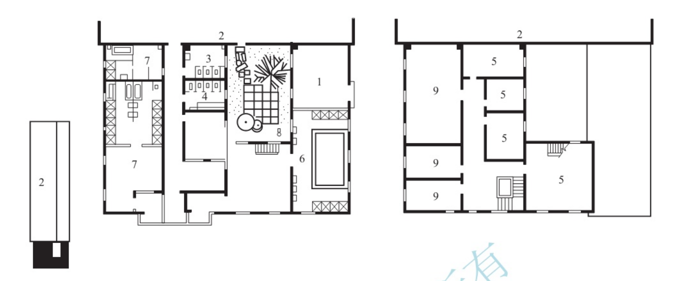
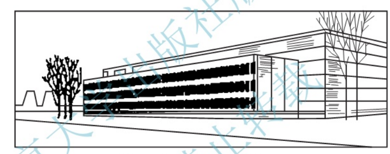
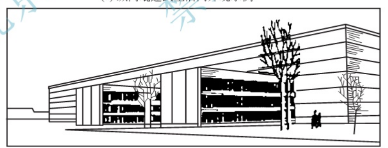


图 6.16 内院式生活间

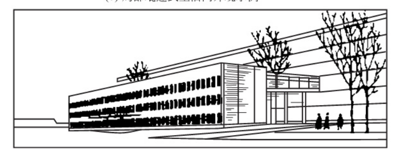
1—生产辅助用房；2—车间；3—女厕所；4—男厕所；5—学习、休息、存衣室；
6—男浴室；7—女浴室；8—内院；9—办公室



(a) 纵向毗连式生活间外观示例



(b) 局部毗连式生活间外观示例



(c) 独立式生活间外观示例

图 6.17 生活间外观处理示例

6.3.3　车间内部式生活间

在生产卫生状况允许时，充分利用车间内部空闲位置灵活布置生活间，既使用方便，又经济合理，很受欢迎。例如，厂房端部、操作平台下部等空闲部位。此外，中间仓库、工具室等常需设置顶盖，其上部亦多闲置无用，利用这些空闲位置可设置生活用室(图6.18和图6.19)。沿厂房内墙附近、柱间等不便安放生产设备的空闲地段，或利用吊车“死角”等处，可分散布置衣柜、盥洗设备。在南方地区也有将外墙侧窗以下做成钢筋混凝土基础梁，利用其凹进部分设置工具箱及衣柜等。这样布置，便于工人就近使用，也可适当改变车间内部观瞻效果(图6.20)。

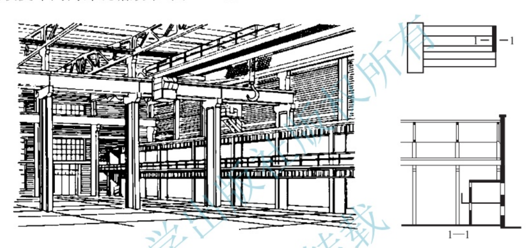


图6.18　利用厂房端部做生活间

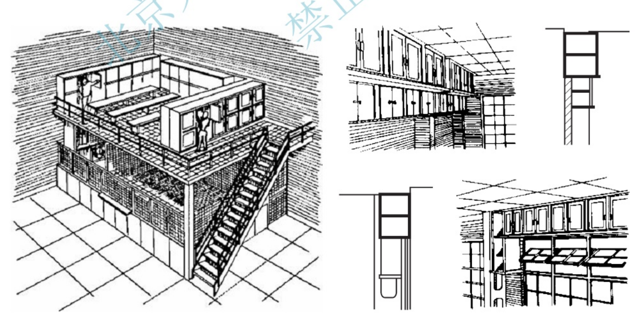


图6.19　利用工具室顶部设置生活间

图6.20　利用窗下及凹进部分做工具箱及衣柜

在一些高大的厂房中，常设有重型吊车，厂房柱子截面、高度往往很大，柱间处常只能作为堆场或其他辅助部分，而其上部尚有相当的空闲位置可用以设置柱间夹层式生活

间。夹层式生活间可通过钢梁支承在柱子的牛腿上。为减轻柱荷载，简化柱外形，降低钢材消耗，减少吊车对生活间的振动影响，夹层式生活间(图 6.21)可采用与厂房主体结构分开的装配式钢筋混凝土结构。对于大面积的联合厂房，其生活间及其若干辅助房间等可组成一幢多层建筑插入联合厂房中的适当部位(图 6.22)。也可采用大分散小集中的布置方式，各车间有自己的生活间。

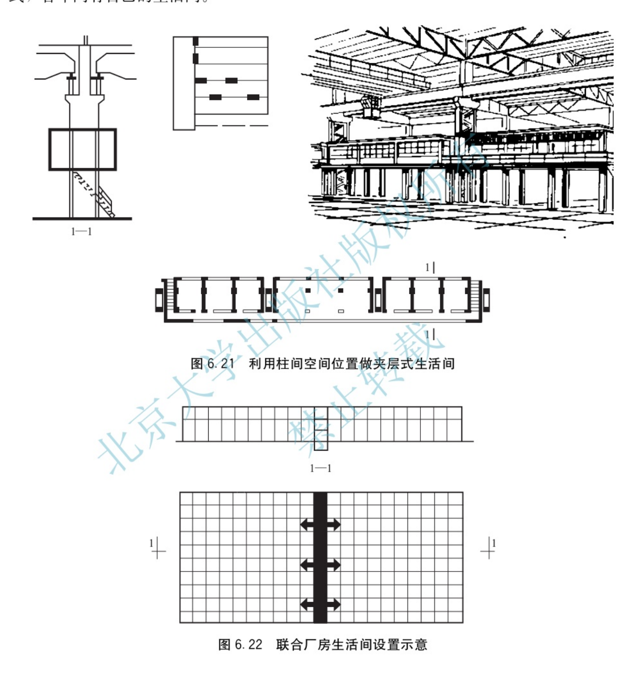


图 6.21 利用柱间空间位置做夹层式生活间

图 6.22 联合厂房生活间设置示意

本 章 小 结

1. 生活间应根据工业企业的生产特点、实际需要和使用方便的原则设置，包括工作场所办公室、生产卫生室(浴室、存衣室、盥洗室、洗衣房)、生活用室(休息室、食堂、

厨房、厕所、妇女卫生室）。

2. 各生活间的平面布局应根据生产的不同特征综合考虑、合理安排，符合厂房的工艺要求，避免人流的逆行及交叉。

3. 生活间常用的布置方式有毗连式生活间、独立式生活间及车间内部式生活间。毗连式生活间用地较少、与车间联系紧密、使用方便，并可与车间共用一段墙，既经济又有利于室内保温，车间的某些辅助部分也可设在生活间底层。独立式生活间不受厂房的影响和干扰，生活间布置灵活、卫生条件较好。车间内部式生活间是在生产卫生状况允许时，充分利用车间内部空闲位置灵活布置生活间，如利用厂房端部、操作平台下部、工具室顶部设置生活间；利用窗下及凹进部分做工具箱及衣柜；柱间空间位置做夹层式生活间。车间内部式生活间使用方便、经济合理，很受欢迎。

背景知识——国外生活间简介

近年，国外关于工厂辅助建筑的设计，随着生产和生活的需要又有新的发展，并已提出了若干有益的经验。

(1) 有关辅助建筑的组成及设施日趋完善化，为职工提供了方便、舒适的生活条件。如有些工厂，除配有必要的生活服务用房外，尚设有咖啡厅、沙龙、商店、冬季花厅、冰球场、游泳池、技术培训站等，并将辅助建筑适当集中，与厂房统一安排，形成完整而富有时代感的全厂中心。

建筑物皆由6m×6m标准单元组成，内部可灵活分隔，空间组合也较自由。

(2) 关于辅助建筑与厂房相互位置的布置方式，经多方分析比较表明：多层厂房中，以结合技术层设置夹层式生活间较为有利；单层厂房中，以横向毗连、局部毗连或独立式生活间较合适。

关于辅助建筑的平面参数，均统一采用6m×6m柱网的大开间框架结构，便于灵活布置存衣室、淋浴室、办公室及食堂等多种辅助用房，且其形式易与厂房协调。辅助建筑推行标准设计，可根据使用人数按标准单元组成所需规模。存衣室和淋浴室之间的距离很短，不但工人使用方便，而且各种设备相对集中、交通面积小、面积利用率高。尤其是淋浴前的更衣室面积和更衣设备可大幅度地减少，甚至不要。整个平布置紧凑、外墙面积小、节能节地，是一种值得深入研究且推广使用的生活间平面形式。

本 章 习 题

1. 生活间的设计有哪些要求及注意事项？
2. 生活间由哪些部分组成？各组成部分有何设计要求？
3. 如何划分车间的卫生特征级别？
4. 生活间有几种平面布置形式？试述各种形式的优缺点。
5. 毗连式生活间毗连墙与变形缝的构造特点是什么？画图说明。

第7章 单层厂房围护墙及门窗构造

【教学目标与要求】

- 了解承重砌体墙构造。
- 掌握排架结构填充墙细部构造。
- 熟悉墙板的布置及连接构造。
- 掌握侧窗及大门种类及尺寸设计。

7.1 单层厂房围护墙构造

单层厂房围护墙有砌体填充墙、钢筋混凝土大型墙板、轻质墙板等。《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)规定：单层钢筋混凝土柱厂房的围护墙宜采用轻质墙板或钢筋混凝土大型墙板，外侧柱距为12m时应采用轻质墙板或钢筋混凝土大型墙板；不等高厂房的高跨封墙和纵横向厂房交接处的悬墙宜采用轻质墙板，抗震设防烈度为8、9度时应采用轻质墙板；钢结构厂房的围护墙，抗震设防烈度为7、8度时宜采用轻质墙板或与柱柔性连接的钢筋混凝土墙板，不应采用嵌砌砌体墙；抗震设防烈度为9度时宜采用轻质墙板。

7.1.1 砌体围护墙

当单层工业建筑跨度及高度较大、起重运输设备较重时，通常由钢筋混凝土(或钢)排架柱来承担屋盖与起重运输设备等荷载，使承重与围护的功能分开，而外墙仅起围护作用，可利用轻质材料制成块材或空心块材砌筑(图7.1)。砌体围护墙应采取措施减少对主

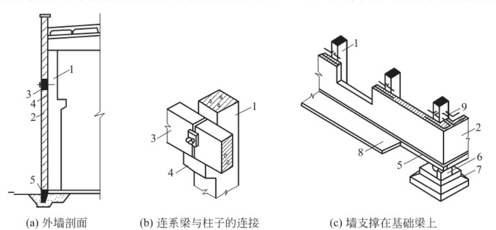


图7.1 砌体围护墙构造

1—柱；2—块材外墙；3—连系梁；4—牛腿；5—基础梁；6—垫块；7—杯形基础；8—散水；9—墙柱连接筋

体结构的不利影响，并应设置拉结筋、水平连系梁、圈梁、构造柱等与主体结构可靠拉结。厂房的砌体围护墙宜采用外贴式并与柱可靠拉结；不等高厂房的高低跨封墙和纵横向厂房交接处的悬墙采用砌体时，不应直接砌在低跨屋盖上。

1. 砌体围护墙的支撑

单层厂房围护墙一般都不做带形基础，而是支撑在基础梁上，这样可避免墙、柱基础相遇处构造处理复杂、耗材多的情况，同时可加快施工速度。

基础梁与基础的连接一般有两种情况，当基础埋置较浅时，基础梁可直接或通过混凝土垫块搁置在柱基础杯口的顶面上[图 7.2(a)、(b)]；当基础埋置较深时，基础梁则搁置在高杯形基础或柱牛腿上[图 7.2(c)、(d)]。基础梁的截面通常为梯形，顶面标高通常比室内地面(±0.000)低 50mm，且高出室外地面 100mm(厂房室内外高差常为 150mm)，通常做 500～800mm 高的勒脚。

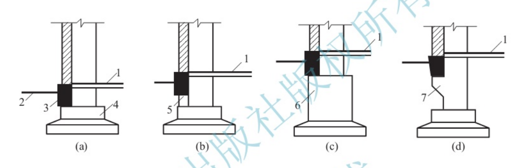


图 7.2　基础梁与基础的连接

1—室内地面；2—散水；3—基础梁；4—柱杯形基础；5—垫块；6—高杯口基础；7—牛腿

北方地区厂房，为避免回填土被冻胀及室内热量向外散失，基础梁下部宜用炉渣等松散材料填充以防土冻胀对基础梁及墙身产生不利的反拱影响(图 7.3)，这种措施对湿陷性土或膨胀性土也同样适用，可避免不均匀沉陷或不均匀胀升引起的不利影响。

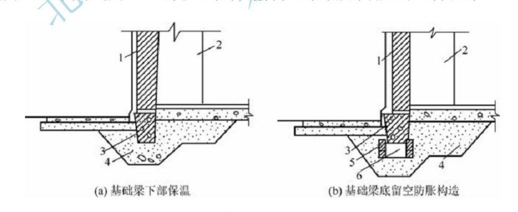
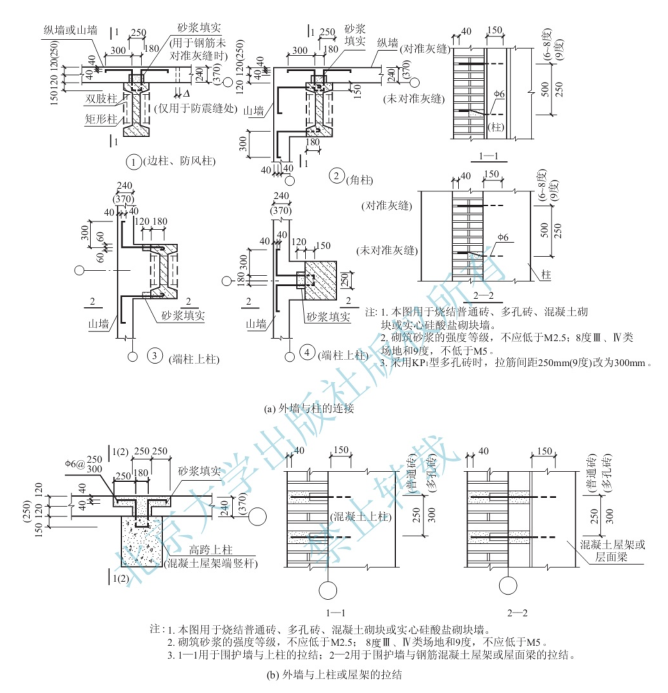


图 7.3　基础梁下部的保温措施

1—外墙；2—柱；3—基础梁；4—炉渣保温材料；5—立砌普通砖；6—空隙

2. 墙与柱的连接

墙与柱子(包括抗风柱)采用钢筋连接，由柱子沿高度每隔一定间距伸出 2ф6 钢筋砌入墙体水平缝内，以达到锚拉作用。拉结筋间距及细部构造如图 7.4 所示。



(a) 外墙与柱的连接

(b) 外墙与上柱或屋架的拉结

图 7.4 外墙与柱的连接

3. 圈梁的设置及构造

为加强墙与屋架、柱子(包括抗风柱)的连接，应适当增设圈梁。梯形屋架端部上弦和柱顶的标高处应各设一道，但屋架端部高度不大于 900mm 时可合并设置；当屋架端头高度较大时，应在端头上部与柱顶处各设现浇闭合圈梁一道(变形缝处仍断开)；山墙应设卧梁，卧梁除与檐口圈梁交圈连接外也应与屋面板用钢筋连接牢固。山墙沿屋面应设钢筋混凝土卧梁，并应与屋架端部上弦标高处的圈梁连接；抗震设防烈度为 8、9 度时，应沿墙高按上密下疏的原则每隔 3～5m 增设圈梁一道；不等高厂房的高低跨封墙和纵横跨交接处的悬墙，圈梁的竖向间距不应大于 3m。圈梁截面宽度宜与墙同厚，截面高度应

不小于 180mm，圈梁的纵筋，在设计烈度为 6～8 度时配筋不小于 4ϕ12，9 度时配筋不小于 4ϕ14，圈梁应与柱、屋架或屋面板牢固锚拉，厂房顶部圈梁锚拉钢筋不小于 4ϕ12，且锚固长度不小于 35 倍的钢筋直径，如图 7.5 与图 7.6 所示。

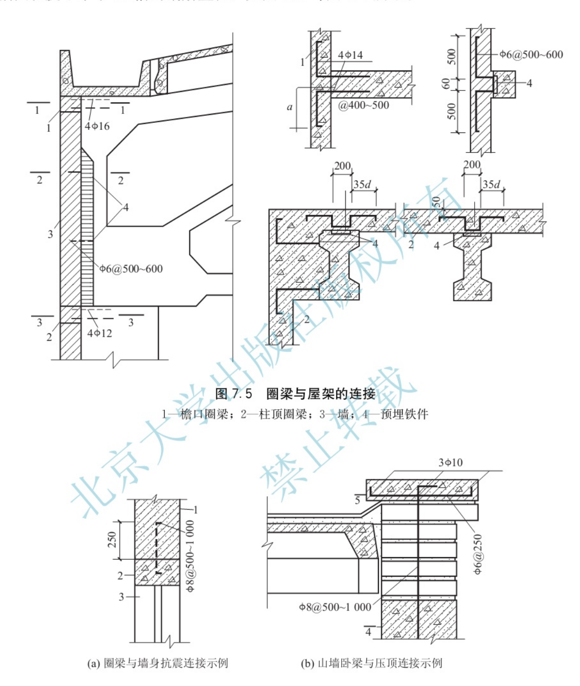


图 7.5　圈梁与屋架的连接

1—檐口圈梁；2—柱顶圈梁；3—墙；4—预埋铁件

(a) 圈梁与墙身抗震连接示例　　(b) 山墙卧梁与压顶连接示例

图 7.6　圈梁、山墙卧梁与墙身的连接

1—墙；2—圈梁；3—窗洞；4—山墙卧梁；5—钢筋混凝土压顶

4. 防震缝的设置

防震缝一般在纵横跨交接处，纵向高低跨交接处以及与厂房毗连贴建的生活间、变电所、炉子间等附属房屋均应用防震缝分开，缝两侧应设墙或柱。平行于排架设缝时，缝宽不小于 50～90mm(车间高时取宽值)，纵横跨交接处以及垂直于排架方向设缝时，缝宽不

小于 100～150mm。温度伸缩缝或沉降缝应与抗震缝统一考虑设置(包括地震设防区，凡伸缩缝或沉降缝均应满足抗震缝的要求)，只设温度伸缩缝或沉降缝时，缝宽 30～50mm 即可。

5. 墙面装修

为保护墙体、改善环境条件及美观等方面的要求，需对墙面进行装修，墙面装修构造见表 7-1。

表 7-1 墙面做法

编号	名称	用料及分层做法	厚度/mm	附注
外墙 1	外墙涂料墙面(混凝土墙、小型混凝土空心砌块墙)	1. 喷(刷、辊)外墙涂料面层 2. 1∶1∶0.2 水泥、砂、建筑胶滚涂拉毛面层 3. 6 厚 1∶2.5 水泥砂浆抹平，表面扫毛或刮出纹道 4. 12 厚 1∶3 水泥砂浆打底搓出麻面 5. 素水泥浆一道(内掺水重 5%建筑胶)	20	1. 外墙涂料品种有多种，具体品种、规格由选用人定 2. 外墙涂料的施工工序要严格按照厂家的要求施工 3. 设计时应在立面图中绘出分格线 4. 建筑胶品种由选用人定
外墙 2	外墙涂料墙面(加气混凝土砌块墙)	1. 喷(刷、辊)外墙涂料面层 2. 1∶1∶0.2 水泥、砂、建筑胶滚涂拉毛面层 3. 9 厚 1∶1∶6 水泥石灰膏砂浆中层底灰抹平，表面扫毛或刮出纹道 4. 3 厚外加剂专用砂浆抹基面刮糙或专用界面剂甩毛 5. 喷湿墙面	15	
外墙 3	粘贴聚苯板外保温墙面(砖墙)(混凝土墙)(混凝土砌块墙)	1. 涂料等饰面(按工程个体设计定) 2. 8 厚抗裂砂浆留分格缝，缝宽 10mm，水平缝可设在分层处或窗上皮，垂直缝结合外墙分格线，缝内用弹性嵌缝膏嵌严 3. Φ1.2 镀锌低碳钢丝网，方孔或菱形孔，孔径 30mm×30mm，用 1.5 厚冷弯镀锌燕尾钢板卡勾牢 4. 聚苯板用聚合物砂浆粘贴，紧贴不留缝，粘贴时四周一圈抹砂浆，中间抹花点砂浆(粘贴面积 30%) 5. 墙面根据聚苯板的长宽尺寸，沿横向(或竖向)接缝处放线，用水泥钉(或胀管)安装 1.5 厚镀锌钢板卡，中距 600mm	60	保温层厚度需经过计算确定 聚苯板 镀锌钢板卡 镀锌低碳钢丝网

（续）

编号	名　　称	用料及分层做法	厚度/mm	附　　注
外墙 4	粘贴挤塑聚苯板外保温墙面（砖墙、混凝土墙、混凝土砌块墙）（适用于建筑物二层及二层以上各层墙面）	1. 弹性涂料或其他饰面层（按工程设计选定） 2. 1.5 厚聚合物砂浆面层 3. 耐碱玻璃纤维网格布 4. 1.5 厚聚合物砂浆底层 5. 挤塑聚苯乙烯板，厚度按设计确定。用塑料膨胀钉＋自攻螺钉与墙体固定（6 个/m^2） 6. 3 厚聚合物砂浆黏结层 7. 6 厚 1∶2.5 水泥砂浆抹平，表面扫毛或刮出纹道 8. 12 厚 1∶3 水泥砂浆打底搓出麻面 9. 素水泥浆一道甩毛（内掺建筑胶），如为砖墙此做法可省略	24～	1. 保温层厚度须经过计算确定 2. 饰面如贴瓷砖，则瓷砖及结合层材料总质量应不小于 35 kg/m^2 3. 墙体具体施工按《挤塑聚苯乙烯泡沫塑料板保温系统建筑构造》图集中的要求施工 4. 挤塑聚苯乙烯板的规格及性能按《挤塑聚苯乙烯泡沫塑料板保温系统建筑构造》图集的要求
内墙 1	合成树脂乳液涂料（乳胶漆）墙面（混凝土墙、小型混凝土空心砌块墙）（燃烧等级 B1）	1. 喷（刷、辊）合成树脂乳液涂料二道饰面 2. 封底漆一道（干燥后再刷面漆） 3. 5 厚 1∶0.5∶2.5 水泥石灰膏砂浆找平（住宅初装修时，改为满刮 2 厚面层耐水腻子找平） 4. 10 厚 1∶0.5∶3 水泥石灰膏砂浆打底赶平扫毛或刮出纹道（住宅初装修时做压实找平） 5. 素水泥浆一道甩毛（内掺建筑胶）	15 (12)	1. 合成树脂乳液涂料（乳胶漆）品种有多种，具体品种、规格由选用人定 2. 内墙涂料主要施工工序详见 DBJ/T 01—107—2006 3. 建筑胶品种由选用人定 4. 纸面石膏板节点处理根据相应施工手册
内墙 2	合成树脂乳液涂料（乳胶漆）墙面（加气混凝土墙、砌块墙）（燃烧等级 B4）	1. 喷（刷、辊）合成树脂乳液涂料二道饰面 2. 封底漆一道（干燥后再刷面漆） 3. 5 厚 1∶0.5∶2.5 水泥石灰膏砂浆找平（住宅初装修时，改为满刮 2 厚面层耐水腻子找平） 4. 8 厚 1∶1.6 水泥石灰膏砂浆打底赶平扫毛或刮出纹道（住宅初装修时做压实找平） 5. 3 厚外加剂专用砂浆抹基面刮糙或刷（喷）一道 107 胶水溶液，配比：107 胶水∶水＝1∶4 6. 聚合物水泥砂浆修补墙面	16 (13)	

（续）

编号	名　　称	用料及分层做法	厚度/mm	附　　注
内墙3	釉面砖（瓷砖）墙面（混凝土墙、小型混凝土空心砌块墙）（适用于有防水要求的墙面）（燃烧等级A）	1. 白水泥擦缝（或1∶1彩色水泥细砂砂浆勾缝） 2. 5厚釉面砖（粘贴前先将釉面砖浸水2h以上） 3. 4厚强力胶粉泥黏结层，揉挤压实 4. 1.5厚聚合物水泥基复合防水涂料防水层（防水层材料或按工程设计） 5. 9厚1∶3水泥砂浆打底压实抹平 6. 素水泥浆一道甩毛（内掺建筑胶）	20	1. 釉面砖（陶瓷砖）规格，颜色由设计人定 2. 建筑胶品种由选用人定 3. 防水层高度由设计人定、淋浴区高度应≥1 800mm 4. 墙面防水层与地面防水层应做好交接处理 5. 防水层如改用聚氨酯涂膜等，固化前在表面稀甩干净砂粒压实、粘牢 6. 瓷砖之间粘贴要求无缝时取消第1项做法
内墙4	釉面砖（瓷砖）墙面（加气混凝土墙砌块墙）（适用于有防水要求的墙面）（燃烧等级A）	1. 白水泥擦缝（或1∶1彩色水泥细砂砂浆勾缝） 2. 5厚釉面砖（粘贴前先将釉面砖浸水2h以上） 3. 4厚强力胶粉泥黏结层，揉挤压实 4. 1.5厚聚合物水泥基复合防水涂料防水层（防水层材料或按工程设计） 5. 6厚1∶0.5∶2.5水泥石膏砂浆压实抹平 6. 素水泥浆一道 7. 6厚1∶1∶6水泥石灰膏砂浆打底扫毛或刮出纹道 8. 3厚外加剂专用砂浆抹基面刮糙或刷（喷）一道107胶溶液，配比：107胶∶水＝1∶4 9. 聚合物水泥砂浆修补墙面	26	

7.1.2　大型板材墙

发展大型板材墙是改革墙体、促进建筑工业化的重要措施之一，这不仅能加快厂房建筑工业化，减轻大量繁重的体力劳动，而且可充分利用工业废料、减轻自重、节省大量黏土、不损害农田。此外，板材墙的抗震性能比砌体墙好。例如，1976年唐山地震时，唐钢第二炼钢车间外墙用的是1.5m×12m大型预应力钢筋混凝土墙板，处于地震烈度10度区，在震后仍完好，故抗震设防区宜优先采用大型板材墙。

1. 墙板规格及分类

我国现行工业建筑墙板规格中，长和高采用扩大模数3M数列。板长有4 500mm、6 000mm、7 500mm（用于山墙）和12 000mm 4种，适用于6m或12m柱距以及3m整倍

数的跨距。板高有 900mm、1 200mm、1 500mm 和 1 800mm 4 种。板厚以 20mm 为模数进级，常用厚度为 160～240mm。

墙板根据不同需要有不同的分类，按保温要求，可分为保温墙板和非保温墙板；按墙板所在墙面位置，可分为檐下板、窗上板、窗框板、窗下板、一般板、山尖板、勒脚板、女儿墙板等。下面按墙板的构造和组成材料分类叙述。

1）单一材料的墙板

(1) 钢筋混凝土槽形板、空心板。这类板的优点是耐久性好、制造简单、可施加预应力。槽形板又称肋形板，其钢材、水泥用量较省，但保温隔热性能差，且易积灰，故只适用于某些热车间和保温或隔热要求不高的车间、仓库等。空心板的钢材、水泥用料较多，但双面平整、不易积灰，并有一定的保温隔热能力。

(2) 配筋轻混凝土墙板。这类墙板很多，如粉煤灰硅酸盐混凝土墙板、各种加气混凝土墙板等。它们的优点是比普通混凝土板和砖墙都轻，保温隔热性能好，配筋后可运输、吊装；并在一定叠高范围内能承受自重。其缺点是吸湿性较大，故一般需加水泥砂浆等防水面层，有的还有龟裂或锈蚀钢筋的缺点。该类墙板适用于保温或隔热要求较高以及既要保温又要隔热，但湿度不很大的车间。

2）组合墙板(复合墙板)

发展轻质、高强、多效能的材料是改革墙体并在更高水平上促进建筑工业化的根本性措施之一。组合墙板的特点是使材料各尽所长，即充分发挥芯层材料的高效热工性能和外壳材料的承重、耐气候等性能。

组合墙板是将高效保温材料，如视密度很轻的炉渣、蛭石、膨胀珍珠砂、沥青珍珠砂、沥青蛭石、沥青麦草、陶粒、矿棉、钙塑、泡沫塑料等配制的各种轻混凝土或预制板材，填入一个承重的外壳里组合成大型墙板。所填材料不应用散粒状装填，以免运输或使用期间该材料压缩变形过大，降低热工性能，墙板是垂直放置的构件，更应注意此点。最常见的承重外壳是钢筋混凝土，可称为重型外壳；另一类是轻型外壳，如石棉水泥板、塑料板、薄钢板或铝板等，将它们固定在骨架两面，再在空腔内填充高效保温隔热材料构成组合墙板。还有的在槽形板凹侧贴附保温隔热材料构成单面承重组合墙板，其钢筋、水泥用量较省，但保温材料一侧吸湿性大、防水差，常用水泥砂浆面层增强其防水性。

单层厂房外墙采用墙板时，其保温层厚度和隔热设计及措施按有关的热工计算确定。

2. 墙板布置

单层厂房墙板的布置方式有 3 种，最广泛采用的是横向布置，其次是混合布置，竖向布置采用较少。

(1) 横向布置[图 7.7(a)]时，板型少，其板长与柱距一致。这种布置方式竖缝少，板缝处理也较容易，墙板的规格也较少，制作安装比较方便。横向布板存在的问题是：柱顶标高虽符合扩大模数 3M 数列，但屋架端竖杆高度不符合扩大模数 3M 数列，这给布板造成困难。为解决此矛盾，可采用适当改变窗台高度及柱顶标高等手法进行墙板的排列。如果采用基本板还不能解决，可用异形板或辅助构件解决。

(2) 竖向布置[图 7.7(b)]是把墙板嵌在上下墙梁之间，其安装比较复杂，墙梁间距

必须结合侧窗高度布置。其竖缝较多，处理不当易渗水、透风。但这种布置方式不受柱距的限制，比较灵活，遇到开洞也好处理。

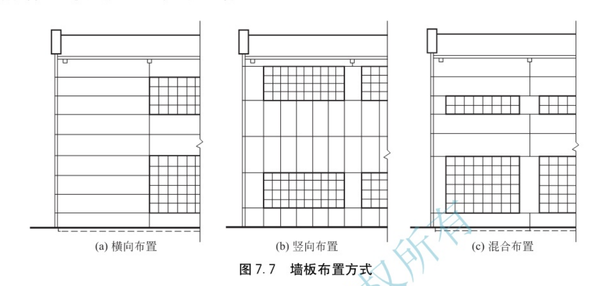


图 7.7　墙板布置方式

（3）混合布置[图 7.7(c)]与横向布置基本相同，只是增加了一种竖向布置的窗间墙板，打破了横向布置的平直单调感，窗间墙板的厚度可根据立面处理需要确定，使立面处理较为灵活。

山墙墙身部位布置墙板的方式与侧墙相同，山尖部位则随屋顶外形的不同可布置成台阶形、人字形、折线形等(图 7.8)。台阶形山尖异形墙板少，但连接用钢量较多，人字形则相反，折线形介于两者之间。排板时，最下的板材(勒脚板)底面一般比室内地面低50～300mm，支撑在基础顶面或垫块上。

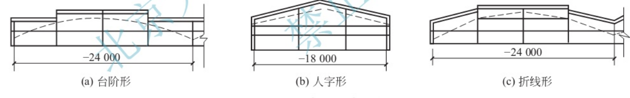


图 7.8　山墙山尖墙板布置

3. 墙板连接与板缝处理

（1）板柱连接。板柱连接分为柔性连接和刚性连接。连接方法应保证连接安全可靠，便于制作、安装和检修。

柔性连接是通过墙板与柱的预埋件和柔性连接件将板柱二者拉结在一起。常用的方法有螺栓挂钩连接[图 7.9(a)]、角钢挂钩连接[又称握手式连接，如图 7.9(b)所示]、短钢筋焊接连接[图 7.10(a)]和压条连接[图 7.10(b)]。其中螺栓挂钩连接方案构造简单、连接可靠、焊接工作量小、维修较方便，但金属零件用量多，易受腐蚀；角钢挂钩连接用钢量较少、施工速度快，但金属件的位置要求精确；短钢筋焊接连接安装比较灵活简便，缺点是焊接工作量大；压条连接方案多用于不适宜埋设预埋件的轻质墙板，板垂直缝被压条封盖，墙板密封性好，但增加了一种压条构件，施工误差较大时，压条孔不易套进柱伸出的螺栓。柔性连接的特点是，墙板在垂直方向一般由钢支托支撑，水平方向由连接件拉结。因此，墙板与厂房骨架以及板与板之间在一定范围内可相对独立位移，能较好地适

应振动(包括地震)等引起的变形，加上墙板每块板自身整体性较好、又轻(振动惯性力就小)，这就形成了比砌体墙抗震性能优越的条件。它适用于地基软弱，或有较大振动的厂房以及抗震设防烈度大于7度的地区的厂房。前述唐山地震10度区仍完好的墙板用的就是螺栓挂钩柔性连接。

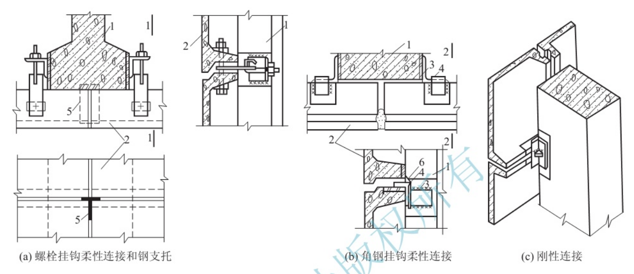


图7.9　墙板与柱连接

1—柱；2—墙板；3—柱侧预焊角钢；4—墙板上预焊角钢；5—钢支托；6—上下板连接筋(焊接)

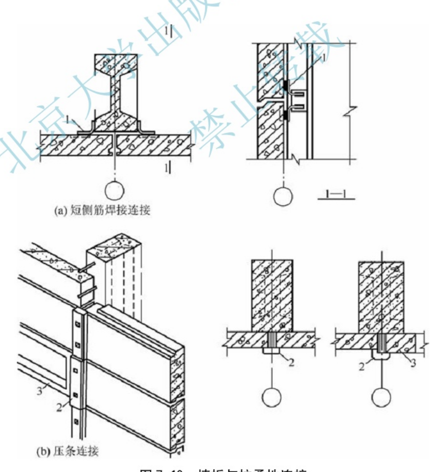


图7.10　墙板与柱柔性连接

1—短钢筋；2—压条；3—窗框板

刚性连接[图 7.9(c)]就是将每块板材与柱子用型钢焊接在一起，无须另设钢支托。其突出的优点是用钢量少，当板本身的强度和刚度较大时，厂房纵向刚度好。但由于刚性连接失去了能相对位移的条件，并能传递振动或不均匀沉降引起的荷载，使墙板易产生裂缝等破坏。故刚性连接可用在地基条件较好，没有较大振动的设备或非地震区及地震烈度小于 7 度的地区的厂房。

(2) 檐口、女儿墙、勒脚和墙板转角构造处理。

① 檐口、女儿墙的构造处理。板材墙体檐口可采用无组织或有组织外排水。若需做女儿墙，要保证女儿墙的连接可靠(图 7.11)。

② 勒脚构造处理。墙板埋入地下部分应进行防潮处理，轻骨料墙板不宜埋入地下，一般做法是支撑在混凝土墩上或基础梁上，板下表面位于室内地面以下 50mm [图 7.12 (a)、(b)、(c)]。

③ 墙板转角处的构造处理。墙板转角处的构造处理方法是，在柱与墙板之间设构造柱，纵向或横向板为加长板，加长长度为板厚或纵向联系尺寸 a_c[图 7.12 (d)]。

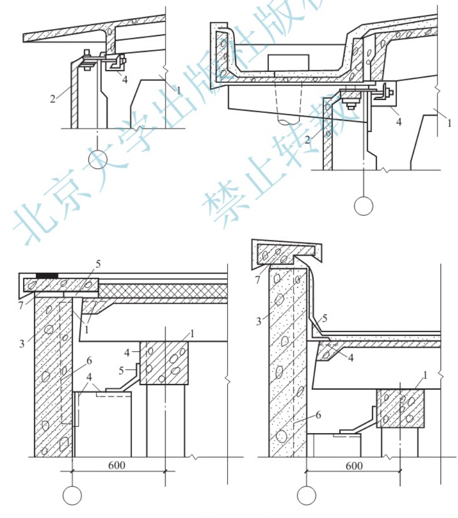


图 7.11 檐口、山墙板材连接

1—屋架；2—檐口墙板；3—山尖墙板；4—预埋铁件；5—拉结铁件；6—小钢柱；7—压顶板

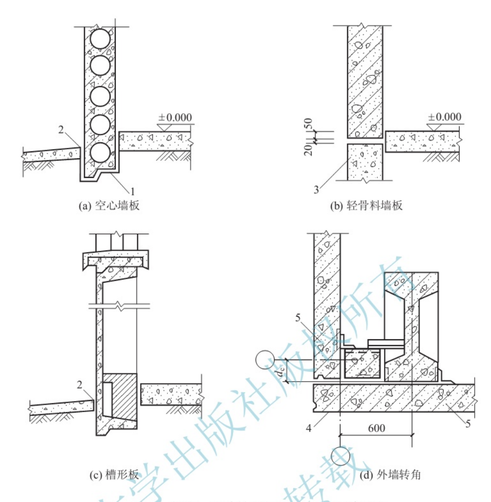
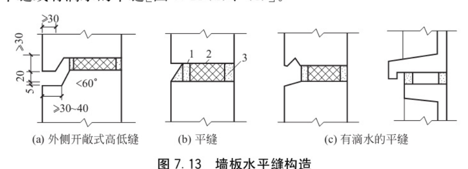


图 7.12　勒脚、外墙转角板材连接及构造处理

1—冷底子油加热沥青防潮；2—沥青油膏嵌缝；3—现浇 C15 混凝土墩，长度同柱宽，支撑于柱基础杯口上；4—钢筋混凝土构造柱；5—加长板

(3) 板缝处理。对板缝的处理首先要求是防水，并应考虑制作及安装方便，对保温墙板还应注意满足保温要求。

① 水平缝。主要是防止沿墙面下淌水渗入板内侧。可在墙板安装后，用憎水性防水材料(油膏、聚氯乙烯胶泥等)填缝，在混凝土等亲水性材料表面涂以防水涂料，并将外侧缝口敞开以消除毛细管渗透，有保温要求时可在板缝内填保温材料。为阻止风压灌水或积水，可采用如图 7.13(a)所示外侧开敞式高低缝。防水要求不高或雨水很少的地方也可采用最简单的平缝或有滴水的平缝[图 7.13(b)、(c)]。



(a) 外侧开敞式高低缝　　(b) 平缝　　(c) 有滴水的平缝

图 7.13　墙板水平缝构造

1—油膏；2—保温材料；3—水泥砂浆

② 垂直缝。主要是防止风从侧面吹入板缝和墙面水流入。通常难以用单纯填缝的办法防止渗透，需配合其他构造措施，如图 7.14 所示。图 7.14(a)所示适用于雨水较多又要保温的地方；图 7.14(b)所示是有空腔的垂直缝，适用条件同图 7.14(a)，由于空腔与水平缝开敞槽相通，有风时空腔内外气压平衡，因而消除了气压差的吸水作用，故称这种空腔为压力平衡空腔；图 7.14(c)所示适用于不保温处。

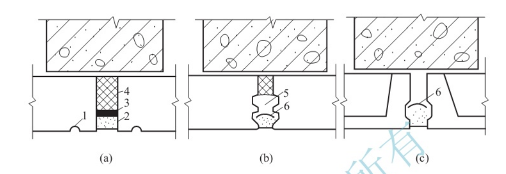


图 7.14　墙板垂直缝构造

1—截水沟；2—水泥砂浆；3—油膏；4—保温材料；5—垂直空腔；6—塑料挡雨板

必须指出，采用外侧开敞式高低缝、压力平衡空腔缝等构造防水措施，其缺点是构造、施工均较复杂，故发展弹性好、黏结力强、憎水、耐久的填缝材料可简化板缝的构造和施工，并有利于减少板材的类型。

7.1.3　轻质板材墙

轻质板材墙按材料分有石棉水泥波瓦、镀锌铁皮波瓦、压型薄钢(铝)板、塑料、玻璃钢波瓦等，它们的连接构造基本相同，现以石棉水泥波瓦墙为例简要叙述如下。

石棉水泥波瓦墙具有自重轻、造价低、施工简便的优点，但其属于脆性材料，容易受到破坏，多用于南方中小型热加工车间、防爆车间和仓库，对于高温高湿和有强烈振动的车间不宜采用。石棉水泥波瓦有大波、中波、小波之分，工业建筑多采用大波瓦，为加强力学与抗裂性能多用网状配筋，需要时可与轻混凝土等黏合成保温隔热墙板。

石棉水泥波瓦与厂房骨架的连接通常是通过连接件悬挂在连系梁上(图 7.15)。连系梁垂直方向的间距应与瓦长相适应，瓦缝上下搭接不小于 100mm，左右搭接为一个瓦垄，搭缝应与多雨季节主导风向相顺，避免倒灌。为避免碰撞损坏，勒脚处可用砌体或钢筋混凝土板材。

在石棉水泥板(瓦)生产过程中加入颜料，或在制品表面加涂色漆，可制成各种色彩或釉面的石棉水泥板(瓦)，以满足功能和建筑艺术处理的需要。

炎热地区采用波形瓦特别是镀锌铁皮波瓦或薄钢板时，表面处理仍以浅色为宜。例如，曾实测某车间西墙面钢板(厚 1.6mm，深绿色)，太阳照射时外表面温度高达 62.5℃，内表面温度为 61℃；同一钢板涂白色漆对比，此处外表面温度为 44℃，内表面温度为 43℃，较前一种低 18℃之多。可见大面积墙面对室内影响不容忽视，尤其对某些热加工车间，处理好了，就可减轻室内双向受热的状况。

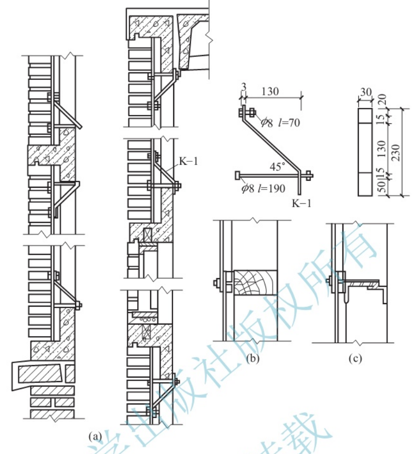


图 7.15　石棉水泥波瓦墙板连接构造

7.1.4　开敞式外墙

炎热地区的一些热加工车间(如炼钢车间等)以及某些化工车间，为了迅速排散气、烟、尘、热(污染物的排散应符合环境保护要求)和通风，常采用开敞或半开敞式外墙。这种墙的主要作用是便于通风又能防雨，故其外墙构造主要就是挡雨板的构造，常用的有以下几种。

(1) 石棉水泥波瓦挡雨板[图 7.16(a)]自重轻，其基本组成构件有：型钢支架(或圆钢筋轻型支架)、型钢檩条、中波石棉水泥波瓦挡雨板及防溅板。挡雨板垂直间距视车间挡雨要求与飘雨角而定(一般取雨线与水平夹角为 30°左右)。檐下第一排挡雨板受太阳照射时间长，板温高，暴雨急来时，板突然受冷收缩不均，故易龟裂，屋面自由排水量大时冲刷也多，故该排挡雨板宜加强降温与防水处理。

(2) 钢筋混凝土挡雨板，如图 7.16(b)、(c)所示。图 7.16(b)基本构件有支架、挡雨板、防溅板。图 7.16(c)构件最少，但风大雨多时飘雨多。

夏季进风侧的挡雨板外表面仍以浅色为宜，以减轻对板下空气的加热作用，减轻热压与风压可能反向的矛盾以保证通风散热效果良好。室外气温很高、灰沙大的干热带地区不应采用开敞式外墙。

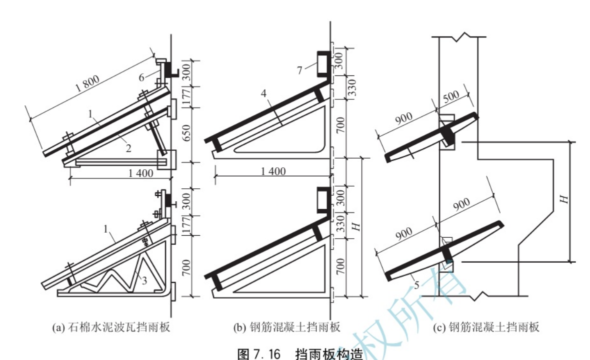


图 7.16 挡雨板构造

1—石棉水泥波瓦；2—型钢支架；3—圆钢筋轻型支架；4—钢筋混凝土挡雨板支架；
5—无支架钢筋混凝土挡雨板；6—石棉水泥波瓦防溅板；7—钢筋混凝土防溅板

7.2 侧窗及大门构造

7.2.1 侧窗

在工业建筑中，侧窗不仅要满足采光和通风的要求，还要根据生产工艺的特点，满足一些特殊要求。例如，有爆炸危险的车间，侧窗应便于泄压；要求恒温恒湿的车间，侧窗应有足够的保温隔热性能；洁净车间要求侧窗防尘和密闭等。工业建筑侧窗面积较大，如果处理不当，容易导致变形损坏和开关不便，不但影响生产，还会增加维修费用。因此，在进行侧窗构造设计时，除应满足生产要求外，还应考虑坚固耐久、开关方便、构造简单、节省材料、降低造价。

1. 侧窗层数和常见的开启方式

为节省材料和降低造价，工业建筑侧窗一般情况下都采用单层窗；只有严寒地区在4m以下高度范围或生产有特殊要求的车间(如恒温、恒湿、洁净车间)，才部分或全部采用双层窗或双层玻璃窗。双层窗冬季保温、夏季隔热，而且防尘密闭性能均较好，但造价高、施工复杂。

工业建筑侧窗常见的开启方式有中悬窗、平开窗、固定窗、垂直旋转窗、百叶窗等。

(1) 中悬窗。窗扇沿水平中轴转动，开启角度可达80°，并可利用自重保持平衡，便于采用一般的机械开关器或绳索控制开关，因此常用于车间外墙的上部。中悬窗的缺点是构造较复杂，由于开启扇之间有缝隙，易产生飘雨现象。中悬窗还可作为泄压窗，调整其

转轴位置，使转轴位于窗扇重心之上，当室内气压达到一定的压力时，便能自动开启泄压。

(2) 平开窗。窗口阻力系数小、通风效果好、构造简单、开关方便，便于做成双层窗。常设在车间外墙下部，作为通风的进气口。

(3) 固定窗。构造简单、节省材料，常用在较高外墙的中部，既可采光，又可使热压通风的进、排气口分隔明确，便于更好地组织自然通风。有防尘要求车间的侧窗，也多做成固定窗，以避免缝隙渗透。在我国南方地区，结合气候特点，可使用固定式通风高侧窗，既能采光，又能防雨，还能常年进行通风，无须设开关器，构造简单，管理和维修方便。

(4) 垂直旋转窗。窗扇沿垂直轴转动，通风好，可以根据不同的风向调节开启角度，适用于要求通风良好，密闭要求不高的车间，常用于热加工车间的外墙下部，作进风口用。

(5) 百叶窗。主要作通风用，同时也兼有遮阳、防雨、遮挡视线的功能。其形式有固定式和活动式两种。工业建筑中多采用固定式百叶窗，页片常做成45°或60°。金属页片百叶窗采用1.5mm厚钢板冷弯成型，用铆钉固定在窗框上。为了防止鸟、鼠、虫等进入车间引起事故，可在百叶窗后加设一层钢丝网或窗纱。当对百叶窗的挡光要求较高时，可将页片做成折线形，并将页片涂黑，这样就能透风而不透光。

根据车间通风的需要常将平开窗、中悬窗或固定窗组合在一起，形成组合窗(图7.17)。组合窗应考虑窗扇便于开关和使用，一般平开窗位于下部，中悬窗位于上部，固定窗位于中部。在同一横向高度内，应采用相同的开关方式。

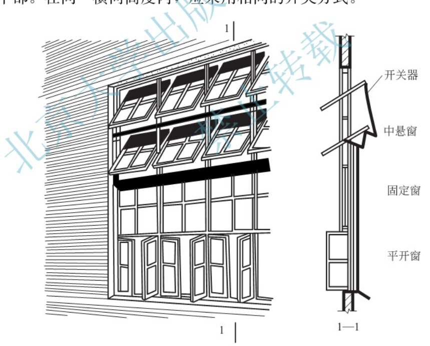


图7.17 侧窗组合形式

2. 侧窗材料

1) 钢侧窗

钢侧窗具有坚固耐久、防火、耐潮、关闭紧密、遮光少等优点，可用于大中型工业厂房。目前我国生产的钢侧窗主要有实腹钢侧窗和空腹薄壁钢侧窗两种。

钢侧窗洞尺寸应符合3M数列，大面积的钢侧窗必须由若干个基本窗拼接而成为组合

窗。为了便于制作和安装，基本窗的尺寸一般不宜大于1 800mm×2 400mm(宽×高)。组合窗中所有竖梃和横档两端都必须伸入窗洞四周墙体的预留孔内，并用细石混凝土填实(或与墙、柱、梁的预埋件焊牢)。

工业钢侧窗玻璃厚度通常为3mm，先用铁卡子固定，然后用油灰填实。钢侧窗框与窗洞四周墙体的连接，一般采用在墙体上预留50mm×50mm×100mm的孔洞，把燕尾铁脚一端插入孔洞内，用1∶2水泥砂浆或C15细石混凝土填实，另一端则与窗框用螺栓固定。窗框固定后，四周缝隙必须用1∶2水泥砂浆填实，以防渗漏雨水。

2）塑钢门窗

塑钢门窗是继木、钢之后崛起的新型节能建筑门窗，集节能保温、隔绝噪声、水密气密性佳、耐久性好为一体，是目前广泛采用的门窗材料。

3．侧窗开关器

工业厂房侧窗面积较大，上部侧窗须借助于开关器进行开关。开关器按传动杆件材料的不同可分为刚性和柔性两种；按传动动力可分电动、气动和手动。目前侧窗开关器一般采用手动。图7.18(a)所示为蜗轮蜗杆手摇开关器，它制作较复杂。图7.18(b)所示为撑臂式开关器，它是利用杠杆推拉转臂来实现开关。其杆件、零件可使用现成的钢管、扁铁、螺钉、螺母等，制作简单。此外还可用链条、拉绳等柔性手动开关。

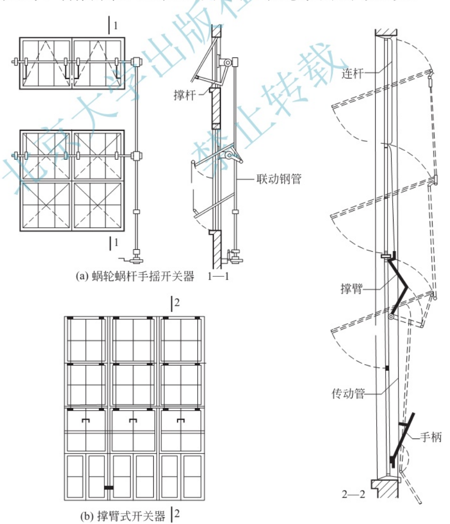
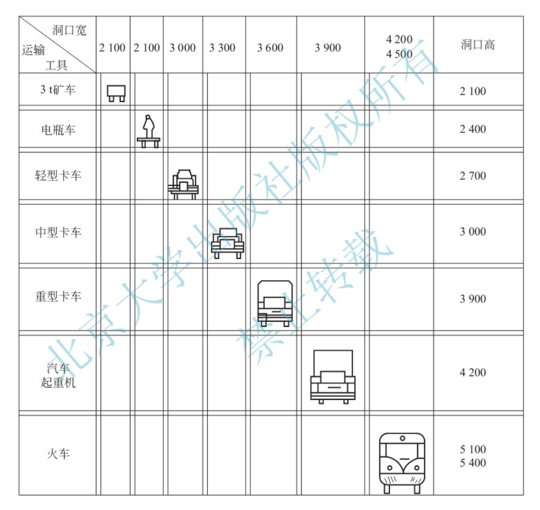


图7.18 侧窗开关器

7.2.2 大门

1. 门的尺寸

工业厂房大门主要是供日常车辆和人通行，以及紧急情况疏散之用。因此门的尺寸应根据所需运输工具的类型、规格、运输货物的外形并考虑通行方便等因素来确定。一般门的宽度应比满装货物时的车辆宽 600～1 000mm，高度应高出 400～600mm。常用厂房大门的规格尺寸如图 7.19 所示。



运输工具＼洞口宽	2 100	2 100	3 000	3 300	3 600	3 900	4 200 4 500	洞口高
3 t矿车								2 100
电瓶车								2 400
轻型卡车								2 700
中型卡车								3 000
重型卡车								3 900
汽车起重机								4 200
火车								5 100 5 400

图 7.19 厂房大门尺寸（单位：mm）

2. 门的类型

车间大门的类型较多，这是由车间的性质、运输、材料及构造等因素所决定的。

按用途分：有供运输通行的普通大门、防火门、保温门、防风砂门等。

按材料分：有塑钢门、钢木门、普通型钢门和空腹薄壁钢门等。

按开启方式分：有平开门、推拉门、升降门、折叠门、上翻门、卷帘门等(图 7.20)。

(1) 平开门构造简单、开启方便，但门扇受力状态较差，易产生下垂或扭曲变形，故门洞较大时不宜采用。门向内开虽免受风雨的影响，但占用室内空间，也不利于疏散，一

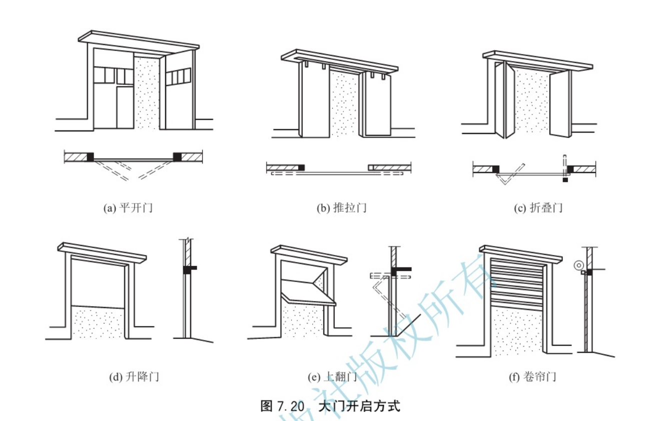


图 7.20 大门开启方式

般多采用外开门，门的上方应设雨篷。当运输货物不多，大门不需要经常开启时，可在大门扇上开设供人通行的小门。

(2) 推拉门的开闭是通过滑轮沿着导轨向左右推拉，门扇受力状态较好，构造简单，不易变形，但五金件较复杂，安装要求较高，是工业厂房中广泛使用的一种形式的门。但由于推拉门一般密闭性差，故不宜用于冬季采暖的厂房。推拉门常设在墙的外侧，雨篷沿墙的宽度最好为门宽的两倍以上。

(3) 折叠门由几个较窄的门扇相互间以铰链连接组合而成。开启时通过门扇上下滑轮沿着导轨左右移动。这种形式的门在开启时可使几个门扇折叠在一起，占用的空间较少，适用于较大的门洞。

(4) 升降门不占厂房面积，其开启时门扇沿导轨上升，只需在门洞上部留有足够的上升高度即可，常用于大型厂房。门洞高时可沿水平方向将门扇分为几扇，开启的方式有手动和电动两种。

(5) 上翻门的门扇侧面有平衡装置，门的上方有导轨，开启时门扇沿导轨向上翻起。平衡装置可用重锤或弹簧。这种形式可避免门扇被碰损，常用于车库大门。

(6) 卷帘门是用很多冲压成形的金属页片连接而成。开启时，由门洞上部的转动轴将页片卷起。它适用于 4 000～7 000mm 宽的门洞，高度不受限制。卷帘门有手动和电动两种，当采用电动时，必须考虑设置停电时手动开启的备用设施。卷帘门适用于非频繁开启的高大门洞，其制作复杂，造价较高。

设计时，确定门的形式应根据使用要求、门洞大小、门附近可供开关占用的空间以及技术经济条件等综合考虑确定。

3．门的构造

1）平开门

平开门是由门扇、铰链及门框组成。门洞尺寸一般不宜大于 3.6m×3.6m。

大门门框有钢筋混凝土和砌体两种(图 7.21)。当门洞宽度大于或等于 3m 时，设钢筋混凝土门框。在安装铰链处预埋铁件。洞口较小时，可采用砌体砌筑门框，墙内砌入有预埋铁件的混凝土块，砌块数量和位置应与门扇上铰链的位置相适应。一般是每个门扇设两个铰链。

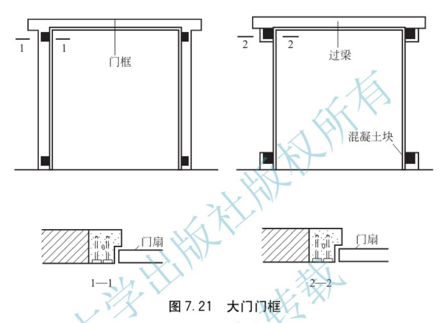


图 7.21　大门门框

寒冷地区要求保温的大门可在门扇下沿与地面空隙处，以及门扇与门框、门扇与门扇之间的缝隙处加钉橡皮条或水龙带，以防风沙吹入。

2）推拉门

推拉门由门扇、门轨、地槽、滑轮及门框组成，可布置成单轨双扇、双轨双扇、多轨多扇等形式(图 7.22)，一般常用单轨双扇。推拉门支撑的方式可分上挂式(图 7.23)和下滑式(图 7.24)两种：当门扇高度小于 4m 时，用上挂式，即门扇通过滑轮挂在门洞上方的导轨上，

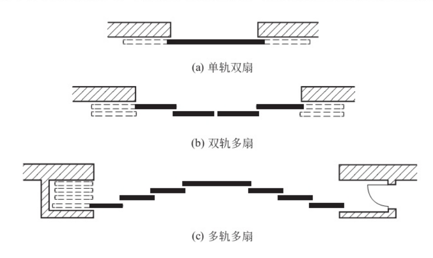


图 7.22　推拉门布置形式

由于门扇是通过滑轮悬挂在导轨上，门扇变形小；当门扇高度大于 4m 时，多用下滑式，在门洞上下均设导轨，门扇沿上下导轨推拉，下面的导轨承受门扇的重量。推拉门的门缝较大，门扇尺寸应比洞口宽 200mm。推拉门位于墙外时，门上方需设雨篷或门斗，保护门扇和轨道。

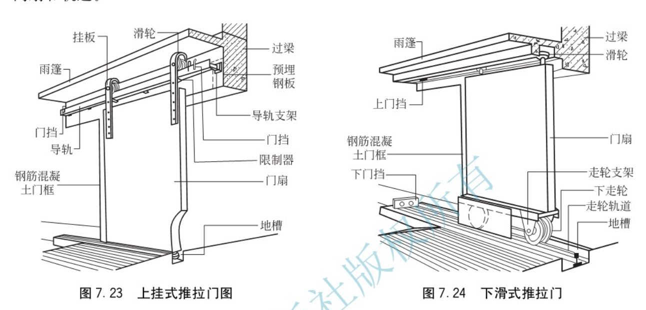


图 7.23　上挂式推拉门图　　　图 7.24　下滑式推拉门

3）折叠门

折叠门一般可分为侧挂式折叠门、侧悬式折叠门及中悬式折叠门 3 种(图 7.25)。侧挂式折叠门可用普通铰链连接，靠框的门扇如果为平开门，在它侧面只挂一扇门，不适用于较大的门洞口。侧悬式和中悬式折叠门，在洞口上方设有导轨，各门扇间除用铰链连接外，在门扇顶部还装有带滑轮的铰链，下部装地槽滑轮，开闭时，上下滑轮沿导轨移动，带动门扇折叠，适用于较大的门洞口。滑轮铰链安装在门扇侧边的为侧悬式，其开关较灵活。中悬式折叠门是滑轮铰链安装在门扇中部，门扇受力较好，但开闭时比较费力。

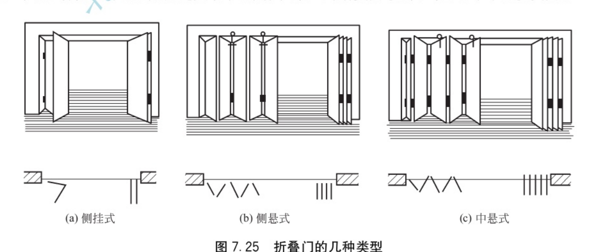


图 7.25　折叠门的几种类型

4. 有特殊要求的门

1）防火门

防火门用于加工易燃品的车间或仓库。门扇根据车间对防火门耐火等级的要求选择。

防火门目前多采用自动控制联动系统开闭，也可采用自重下滑防火门。

自重下滑防火门是将门上导轨做成5%～8%的坡度，火灾发生时，易熔合金熔断后(易熔合金的熔点为70℃)，重锤落地，门扇依靠自重下滑关闭(图7.26)。当洞口尺寸较大时，可做成两个门扇相对下滑。

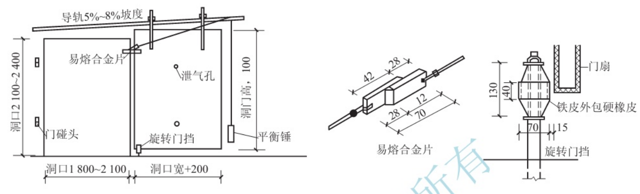


图7.26　自重下滑防火门

2) 保温门、隔声门

保温门要求门扇具有一定热阻值，且门缝需做密闭处理，故常在门扇两层面板间填以轻质、疏松的材料(如玻璃棉、矿棉、软木)。隔声门的隔声效果与门扇的材料和门缝的密闭有关，因此隔声门常采用多层复合结构，也是在两层面板之间填吸声材料(如矿棉、玻璃棉、玻璃纤维)。

一般保温门和隔声门的面板常采用整体板材(如五层胶合板、硬质木纤维板、热压纤维板)。门缝密闭处理对门的隔声、保温以及防尘等使用要求有很大影响，通常采用的措施是在门缝内粘贴填缝材料，填缝材料应具有足够的弹性和压缩性，如橡胶管、海绵橡胶条、羊毛毡条等。还应注意裁口形式，裁口做成斜面比较容易关闭紧密，可避免由于门扇胀缩而引起的缝隙不密合。但门扇裁口不宜多于两道，以免开关困难。一般保温门和隔声门的节点构造如图7.27所示。也可将门扇与门框相邻处做成圆弧形的缝隙，有利于密合。

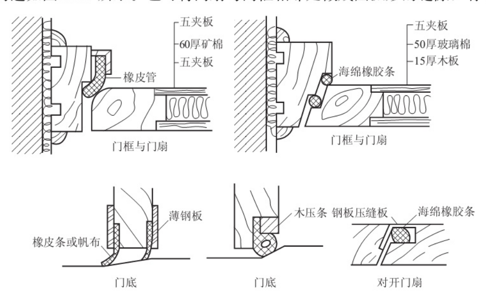


图7.27　保温门、隔声门门缝处理

本 章 小 结

1. 单层厂房外墙有承重砌体墙、砌体填充墙、钢筋混凝土大型墙板、轻质墙板等。

2. 砌体围护墙应采取措施减少对主体结构的不利影响，并应设置拉结筋、水平系梁、圈梁、构造柱等与主体结构可靠拉结。

3. 钢筋混凝土大型墙板根据不同的需要有不同的分类，例如，可按保温要求分、按材料分、按位置分。墙板的布置方式有横向布置、混合布置、竖向布置。板柱连接分为柔性连接和刚性连接。板缝分水平缝和垂直缝，要注意板缝的防水、保温构造。

4. 轻质墙板按材料分有石棉水泥波瓦、镀锌铁皮波瓦、压型薄钢(铝)板、塑料、玻璃钢波瓦等。炎热地区为了迅速排散气、烟、尘、热和通风，常采用开敞式或半开敞式外墙。

5. 侧窗不仅要满足采光和通风的要求，还要根据生产工艺的特点，满足一些特殊要求。

6. 工业厂房大门主要是供日常车辆和人通行，以及紧急情况疏散之用的。因此门的尺寸应根据所需运输工具的类型、规格、运输货物的外形，并考虑通行方便等因素来确定。

知识拓展——新型外墙板舒乐舍板

舒乐舍板（图7.28）是以整块阻燃自熄性聚苯乙烯泡沫为板芯，两侧配以ϕ(2.0±0.05)mm冷拔钢丝焊接制作的网片，中间斜向45°双向插入ϕ2.0mm钢丝，连接两侧网片，采用先进的自动焊接技术焊接而成的钢丝网架聚苯乙烯夹芯板。舒乐舍板现场施工方便，仅需根据设计进行连接拼装成墙体，然后在板两侧喷抹水泥砂浆；其表面可以喷涂或粘贴面砖石料等各种装饰材料。舒乐舍板喷抹水泥砂浆后，墙体具有保温、隔热、抗渗透、质量轻、运输方便、施工简单和速度快等特点；舒乐舍板适用于工业和民用建筑的承重墙体、非承重墙体、楼板屋面板等，是取代黏土砖的最佳轻质墙体材料。

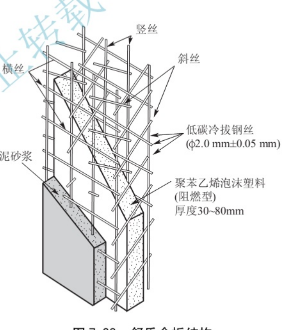


图7.28 舒乐舍板结构

本 章 习 题

1. 画图说明厂房砌体围护墙的构造(墙的支撑，墙与柱、屋架、圈梁的连接)。

2. 厂房在什么情况下需设防震缝?

3. 墙面装修的构造做法有哪些？
4. 简述墙板的规格及分类。
5. 简述墙板的布置方式及适用情况。
6. 画图说明墙板的连接与板缝处理。
7. 侧窗的开启方式各有何特点？
8. 厂房大门的尺寸如何确定？
9. 简述厂房大门的类型及其各自的构造特点。



第 8 章 单层厂房屋面构造

【教学目标与要求】

- 了解厂房屋面的特点、基层类型及组成。
- 掌握厂房屋面的排水方式。
- 掌握厂房屋面的防水方法。
- 掌握卷材防水屋面细部构造并能画图说明。
- 了解屋面的保温与隔热。

8.1 单层厂房屋面特点

单层厂房屋面的作用、要求和构造与民用建筑基本相同，但在以下方面有所区别。

(1) 屋面排水构造更加复杂。单层厂房多是多跨成片建筑，屋面覆盖面积较民用建筑屋面大得多，接缝也多；而由于厂房深度大，为解决室内采光和通风，屋面上常设有各种天窗，致使屋面构造复杂；另外，根据工艺要求的不同，多跨厂房各跨间还会出现高低跨及纵横跨，为此需设置天沟、檐沟、雨水斗及雨水管等，这就使得厂房屋面在排水方面更加不利。

(2) 对基层的要求更高。厂房内一般都设有吊车，吊车传来的冲击荷载、生产有振动时传来的振动荷载，都会对屋面产生不利影响。另外，厂房内常有一些不利因素，如高温、腐蚀性气体、积灰等影响屋面耐久性。为保证屋面使用条件，常要求提高屋面基层的坚固性。

(3) 屋面保温、隔热要求不同。一般厂房较高时(柱顶标高在 8m 以上)，屋面对工作区的热辐射影响小，可不考虑隔热；生产中散发出大量热量的热加工车间及只要求防雨而不要求保温的厂房，其屋面可不考虑保温；恒温恒湿车间，其保温、隔热要求常较一般民用建筑要高。

(4) 特殊要求多。对于有爆炸危险的厂房，还须考虑屋面的防爆、泄压问题；对于有腐蚀性气体的厂房，还要考虑防腐蚀的问题等。

(5) 厂房屋面面积大、自重大，对能源消耗及厂房结构均有较大的影响，从而影响整个厂房的造价。因此，减小屋面面积，减轻屋面自重具有更大的经济意义。

8.2 厂房屋面基层类型及组成

屋面基层分有檩体系与无檩体系两种，如图 8.1 所示。

有檩体系是在屋架上弦(或屋面梁上翼缘)搁置檩条，在檩条上铺小型屋面板(或瓦材)。这种体系采用的构件小、质量轻、吊装容易，但构件数量多、施工烦琐、施工期长，

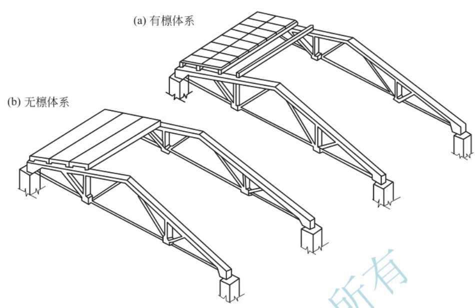


图 8.1 屋面基层结构类型

故多用在施工机械起吊能力较小的施工现场。无檩体系是在屋架上弦(或屋面梁上翼缘)直接铺设大型屋面板。无檩体系所用构件大、类型少，便于工业化施工，但要求施工吊装能力强。无檩体系在工程实践中应用较广。屋面基层结构常用的钢筋混凝土大型屋面板及檩条，如图 8.2 所示。

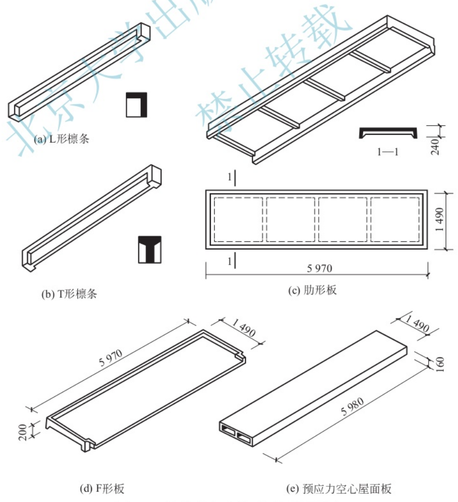


图 8.2 钢筋混凝土大型屋面板及檩条

8.3 厂房屋面排水

8.3.1 屋面排水方式

厂房屋面排水方式和民用建筑一样，分为有组织排水和无组织排水(自由落水)两种，其排水方式因屋顶的形式不同和檐口的排水要求不同而异。选择排水方式，应结合所在地区的降雨量、气温、车间生产特点、厂房高度和天窗宽度等因素综合考虑。

1. 无组织排水

无组织排水也称自由落水，是指雨水直接由屋面经檐口自由排落到散水或明沟内。无组织排水排水通畅、构造简单、施工方便、节省投资，适用于高度较低、屋面积灰较多或有腐蚀性介质的生产厂房，以及屋面防水要求很高的厂房或某些对屋面有特殊要求的厂房。

无组织排水的挑檐应有一定的长度，当檐口高度不大于 6m 时，挑檐一般宜不小于 300mm；檐口高度大于 6m 时，挑檐一般宜不小于 500mm，如图 8.3 所示。在多风雨的地区，挑檐尺寸要适当加大，以减少屋面落水浇淋墙面和窗口的机会。勒脚外地面须做散水，其宽度一般宜超出挑檐 200mm，也可以做成明沟，明沟的中心线应对准挑檐端部。

高低跨厂房的高跨屋面为无组织排水时，其低跨屋面受水冲刷的部位(一般以檐口挑出长度为中心划定)应按屋面所用防水材料加铺一层，其上再铺通长预制混凝土板，板的尺寸为 500mm×500mm×40mm，用 C20 混凝土制作，称为滴水板，如图 8.4 所示。

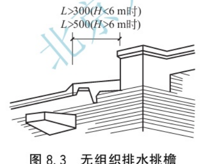


图 8.3 无组织排水挑檐

L—挑檐长度；H—离地高度

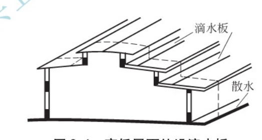


图 8.4 高低屋面处设滴水板

2. 有组织排水

有组织排水是通过屋面的坡度对雨水有组织地疏导，汇集到天沟或檐沟内，再经雨水斗、雨水管排到室外或下水道。有组织排水分内排水和外排水两种。

(1) 有组织内排水。内排水不受厂房高度限制，屋面排水组织灵活。在多跨单层厂房建筑中，屋顶形式多为多脊双坡屋面，其排水方式多采用有组织内排水，如图 8.5 所示。这种排水方式的缺点是屋面雨水斗及室内雨水管多，构造复杂，造价及维修费用高，且与地下管道、设备基础、工艺管道等易发生矛盾。并且雨水斗、雨水管及地下排水管(沟)易被滑下的绿豆砂、灰尘及其他杂物堵塞，形成“上漏”“下冒”现象，影响生产。

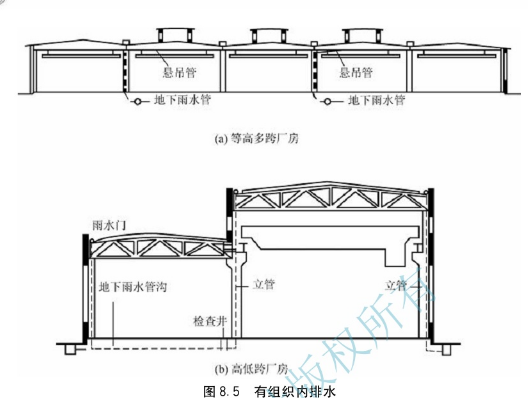


图 8.5　有组织内排水

寒冷地区采暖厂房及生产中有热量散出的车间，外檐宜采用有组织内排水。因为落在这些厂房屋面上的雪能逐渐融化流至檐口。如果采用外排水，室内热量由于檐下墙的阻挡而达不到檐口，致使在檐口处结成冰柱，它遮挡光线，拉坏檐口，有时会落下伤人，雨水管也会因冰冻堵塞以至胀裂。

(2) 有组织外排水。冬季室外气温不低的地区可采用有组织外排水。根据排水组织和位置的不同，有以下几种。

① 长天沟外排水。沿厂房屋面的长度做贯通的天沟，并利用天沟的纵向坡度，将雨水引向端部山墙外部的雨水管排出，如图 8.6 所示。这种方式构造简单、施工方便、造价较低，可克服厂房内“上漏”“下冒”的现象。但受地区降雨量、汇水面积、屋面材料、天沟断面和纵向坡度等因素的制约，即使在防水性能较好的卷材防水屋面中，其天沟每边

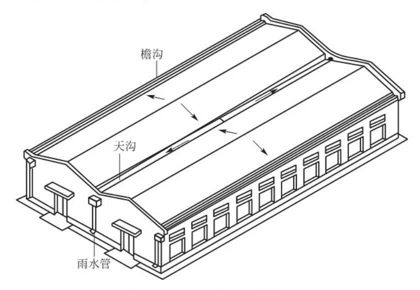


图 8.6　长天沟端部外排水

的流水长度也不宜超过 48m，天沟总长度不应超出伸缩缝要求范围，即 100m。天沟端部应设溢水口，防止暴雨时或排水口堵塞时造成漫水现象。

② 檐沟外排水。单跨双坡屋面、多跨的多脊双坡屋面以及多跨厂房的缓长坡屋面其边跨外侧，可采用檐沟外排水。它是在檐口处设置檐沟板或在屋面板上直接做檐沟，用来汇集雨水，经雨水口和立管排下，如图 8.7 所示。这种方式构造简单、施工方便、管材少、造价低，且不妨碍车间内部工艺设备布置，一般当厂房较高或降雨量较大，不宜做无组织排水时采用。尤其是在南方地区应用较广。

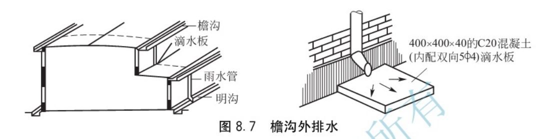


图 8.7 檐沟外排水

③ 内落外排水。这种排水方式是采用悬吊管将厂房中部天沟处的雨水引至外墙处，采用水管穿墙的方式将雨水排至室外。水平悬吊管坡度为 0.5%～1%，与靠墙的排水立管连通，下部导入明沟或排至散水，如图 8.8 所示。这种方式可避免内排水与地下干管布置的矛盾，并减少室内地下排水管(沟)的数量。

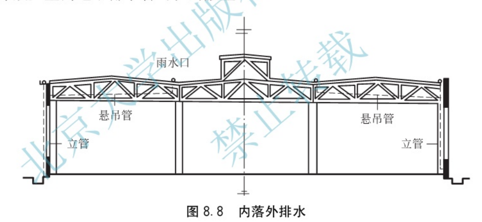


图 8.8 内落外排水

8.3.2 屋面排水坡度

屋面排水坡度的选择，主要取决于屋面基层的类型、防水构造方式、材料性能、屋架形式以及当地气候条件等因素。一般来说，坡度越陡对排水越有利，但某些卷材(如油毡)在屋面坡度过大时，夏季会产生沥青流淌，使卷材下滑。搭盖式构件自防水屋面坡度过陡时，也会引起盖瓦下滑等问题。通常情况下，各种屋面的坡度可参考表 8－1 所列进行选择。

表 8－1 单层厂房屋面坡度

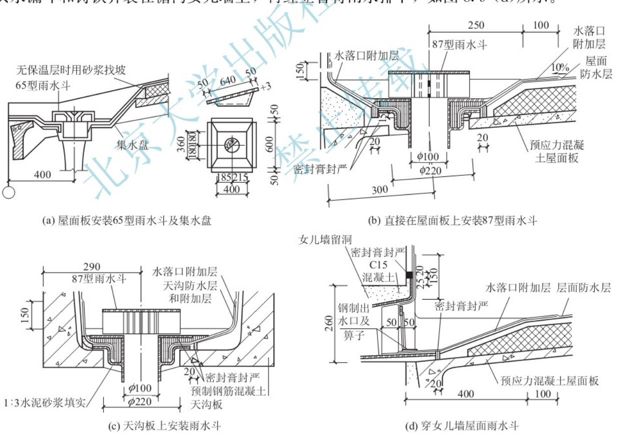
防水类型	卷材防水屋面	构件自防水屋面		波形瓦防水屋面
		嵌缝式	F 板	石棉瓦等
选择范围	1∶50～1∶4	1∶10～1∶4	1∶8～1∶3	1∶5～1∶2
常用坡度	1∶10～1∶5	1∶8～1∶5	1∶8～1∶5	1∶4～1∶2.5

8.3.3 排水组织设计

屋面排水应进行排水组织设计，基本同民用建筑。首先确定排水方式，再根据屋顶形式、屋面的高低、变形缝位置，将整个厂房屋面划分为若干个排水区段，并定出排水方向，确定天沟、檐沟的位置；然后根据当地降雨量和屋面汇水面积，选定合适的雨水管直径、雨水斗型号，最后确定沟内雨水管个数及位置。通常在变形缝处不宜设雨水斗，以免因意外情况溢水而造成渗漏。重点部位设计如下。

(1) 天沟(或檐沟)。天沟(或檐沟)可采用预制钢筋混凝土槽形天沟和直接在屋面板上做天沟或檐沟。沟内坡度应不小于1%，最大不超过2%，长天沟排水不小于0.3%。最高点为分水线，最低点为雨水口，其沟底水落差不得超过200mm。找坡材料采用1∶6水泥焦渣、1∶8水泥膨胀珍珠岩或其他轻骨料混凝土，然后再用水泥砂浆抹面。槽形天沟(或檐沟)的分水线与沟壁顶面的高差应大于50mm，以防雨水出槽而导致渗漏。沟内防水层下面均加铺一层附加防水层，采用空铺方法。

(2) 雨水斗。雨水斗的类型比较多，如图8.9(a)、(b)、(c)所示。当采用直接在屋面板上设雨水斗时，最好加设铁水盘与雨水斗配套使用。有女儿墙的檐沟，也可采用铸铁弯头水漏斗和铸铁箅装在檐沟女儿墙上，再经立管将雨水排下，如图8.9(d)所示。



(a) 屋面板安装65型雨水斗及集水盘

(b) 直接在屋面板上安装87型雨水斗

(c) 天沟板上安装雨水斗

(d) 穿女儿墙屋面雨水斗

图8.9 雨水斗的构造

雨水斗的间距要考虑每个雨水斗所能负担的汇水面积，除长天沟以外一般为18～24m。少雨地区可为30～36m，当采用悬吊管外排水时，最大间距为24m。

(3) 雨水管。在工业厂房中一般采用铸铁雨水管，当雨水对金属有腐蚀性时可采用塑

料雨水管，铸铁雨水管管径常选用 ϕ100、ϕ150、ϕ200 三种。一般可根据雨水管最大集水面积确定。雨水管用支架(或铁卡)固定在墙(或柱)上(图 8.10)。支架(或铁卡)的间距视管材而定，一般铸铁管约为 2m，石棉水泥管为 1m，镀锌铁皮管为 1.3m。

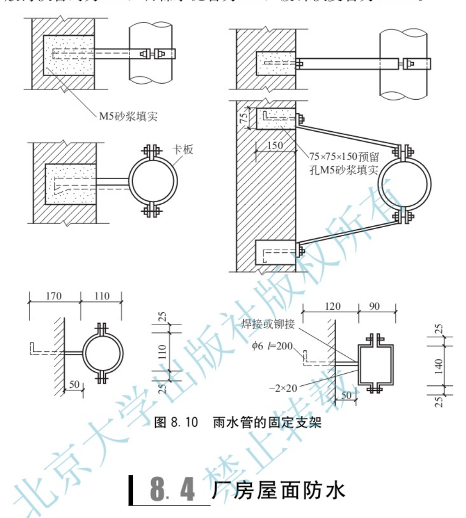


图 8.10 雨水管的固定支架

8.4 厂房屋面防水

单层厂房的屋面防水主要有卷材防水、钢筋混凝土构件自防水和各种波形瓦(板)屋面防水等类型。

8.4.1 卷材防水屋面

卷材防水屋面在单层工业厂房中应用较为广泛，尤其是北方地区需采暖的厂房和振动较大的厂房。卷材防水屋面分为保温和非保温两种，构造的原则和做法与民用建筑基本相同，它的防水质量关键在于基层的稳定和防水层的质量。由于厂房屋面荷载大、振动大，因此变形可能性大，一旦基层变形过大时，易引起卷材拉裂，同时施工质量不高也会引起渗漏。

为了防止屋面卷材开裂，应选择刚度大的屋面构件，并采取改进构造做法等措施增强屋面基层的刚度和整体性，减少屋面基层的变形。

下面着重介绍单层厂房卷材防水屋面的几个节点构造。

1. 接缝

采用大型预制屋面板做基层的卷材防水屋面，其相接处的缝隙必须用 C20 细石混凝土

灌缝填实。屋面板短边端肋的接缝(即横缝)处的卷材由于受屋面板的板端变形的影响，即不管屋面上有无保温层，接缝均开裂相当严重时，卷材易被拉裂，应加以处理。实践证明，为防止接缝处的卷材开裂，首先要减少基层的变形，一般缝宽小于或等于 40mm 的采用 C20 细石混凝土灌缝，缝宽大于 40mm 的采用 2ϕ12 通长钢筋 ϕ6 箍筋，再浇 C20 细石混凝土。同时，还要改进接缝处的卷材做法，使卷材适应基层变形，其措施如图 8.11 所示。即在大型屋面板或保温层上做找平层时，先将找平层沿接缝处做出分格缝，缝中用密封膏封严，缝上先干铺 300mm 宽卷材一条(或铺一根直径为 40mm 左右的聚乙烯泡沫塑料棒)作为缓冲层，然后再铺卷材防水层，使屋面卷材在基层变形时有一定的缓冲余地，对防止横缝开裂可起一定的作用。板的长边主肋的交缝(即纵缝)由于变形较小，一般不需要特别处理。

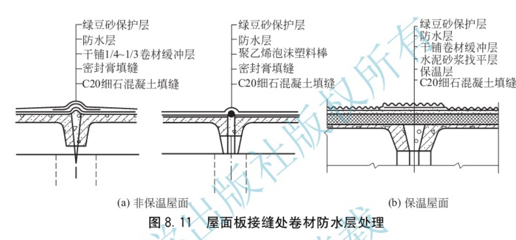


图 8.11　屋面板接缝处卷材防水层处理

2. 挑檐

当檐口采用无组织排水时，檐口须外挑一定长度。目前在厂房中常用的为特制檐口板(带挑檐)，檐口板支撑在屋架(或屋面梁)端部伸出的钢筋混凝土(或钢)挑梁上。有时也可利用顶部圈梁挑出挑檐板，其构造做法同民用建筑。挑檐处应处理好卷材的收头，以防止卷材起翘、翻裂。通常可采用卷材自然收头，或附加镀锌铁皮收头，如图 8.12 所示。

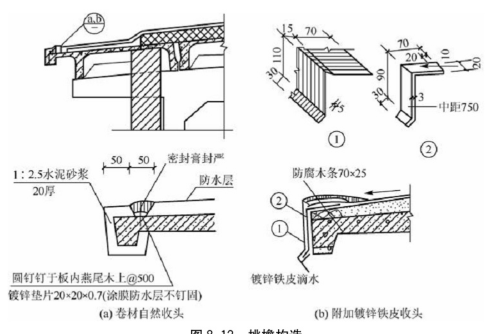


图 8.12　挑檐构造

3. 纵墙外檐沟

当采用有组织外排水时，檐口应设檐沟板，南方地区较多采用檐沟外排水的形式。其槽形檐沟板一般支撑在钢筋混凝土屋架端部挑出的水平挑梁上或钢屋架、钢筋混凝土屋面大梁端部的钢牛腿上。为保证檐沟排水通畅，沟底应做坡度，坡向雨水斗，坡度为1%，为防止檐沟渗漏，沟内卷材应在屋面防水层底下加铺一层卷材，铺至屋面上200mm；或涂防水涂料。雨水口周围应附加玻璃布两层。檐沟的卷材防水也应注意收头的处理。因檐沟的檐壁较矮，为保证屋面检修、清灰的安全，可在沟外壁设铁栏杆，纵墙外檐沟构造如图8.13所示。

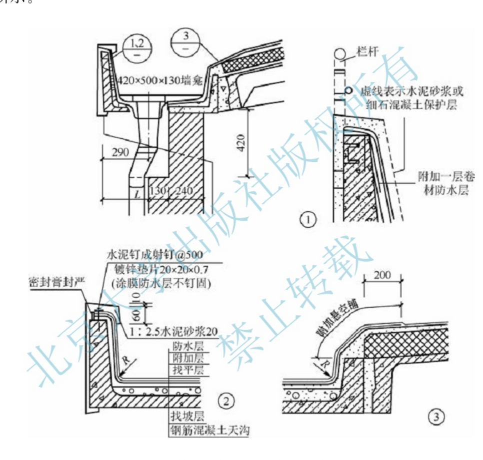


图 8.13 纵墙外檐沟构造

4. 天沟

厂房屋面的天沟按其所在位置有边天沟和内天沟两种。

(1) 边天沟。边天沟也称内檐沟，可用槽形天沟板构成，也可在大型屋面板上直接做天沟。如果边天沟做女儿墙而采用有组织外排水时，女儿墙根部应设出水口[图8.9(d)]，构造做法与民用建筑相同。女儿墙边天沟构造如图8.14所示。

(2) 内天沟。内天沟的天沟板搁置在相邻两榀屋架的端头上，天沟板有单槽天沟板和双槽天沟板两种，如图8.15(a)、(b)所示。前者在施工时须待两榀屋架安装完后才能安装天沟板，影响施工；后者是安装完一榀屋架即可安装天沟板，施工较方便。但两个天沟板接缝处的防水较复杂，必须空铺一层附加层。内天沟也可在大型屋面板上直接形成，如

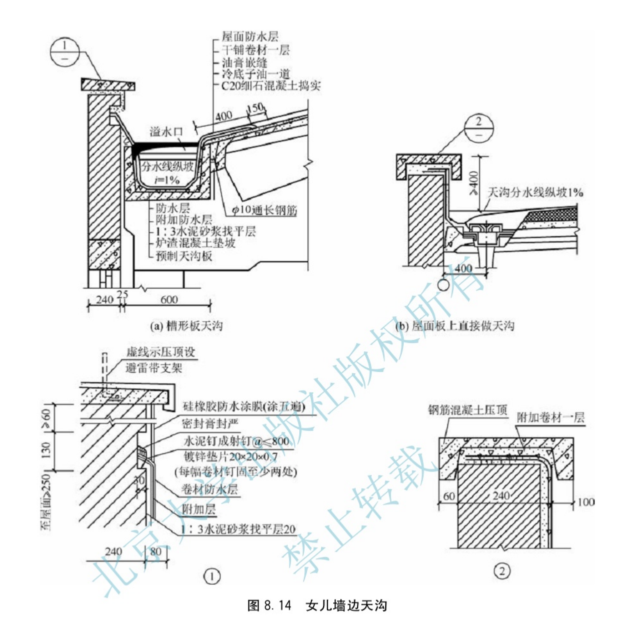


图 8.14　女儿墙边天沟

图 8.15(c)所示。此处防水构造处理也较屋面增加了一层卷材，以提高防水能力。

内天沟按排水方式分为内天沟内排水和长天沟外排水，内天沟内排水如图 8.15 所示。当采用长天沟外端部排水时，必须在山墙上留出洞口，将天沟板加长伸出山墙。该洞口可兼作溢水口用，洞口的上方应设置预制钢筋混凝土过梁。在天沟板端部设雨水斗，下接雨水管，如图 8.16 所示。长天沟及洞口处应注意卷材的收头处理。

5. 屋面泛水

屋面泛水是指屋面与高出屋面的墙、烟囱及伸出屋面的设备管道的交缝处的防水构造处理。与民用建筑的要求一样，应做好卷材的收头处理和转折处理，严防雨水侵入缝内。卷材转折处要求垫层用水泥砂浆做成圆弧形，以免卷材转折破裂。卷材转折处需比普通屋面多增加一层卷材做泛水。卷材卷起的高度不小于 250mm，卷材端头一般用密封胶粘牢，然后用水泥砂浆保护，如图 8.14 所示①处。山墙一般应采用钢筋混凝土压顶，以利于防水和加强山墙的整体性。

(1) 女儿墙泛水。纵墙女儿墙泛水位于屋面边天沟处(图 8.14)；山墙女儿墙与屋面

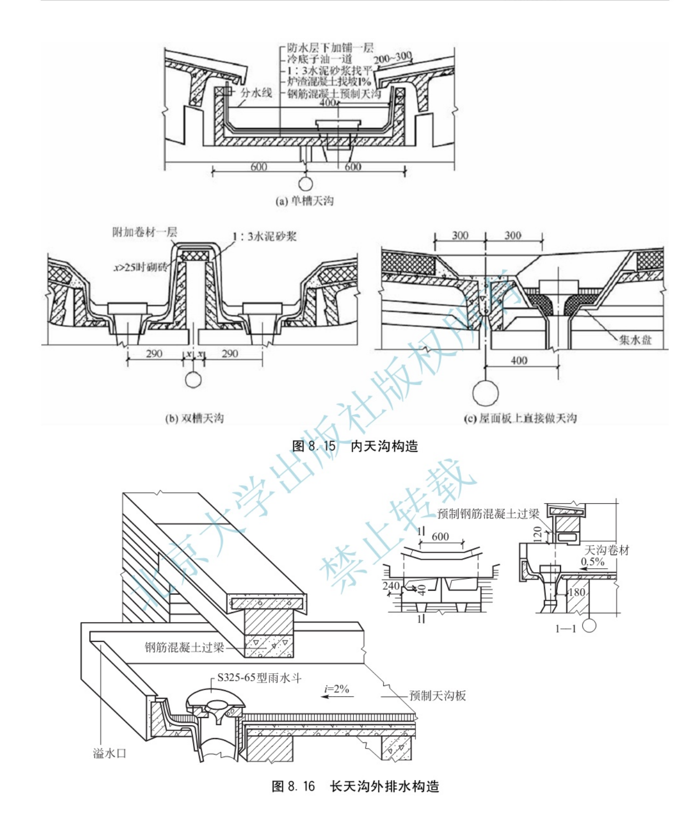


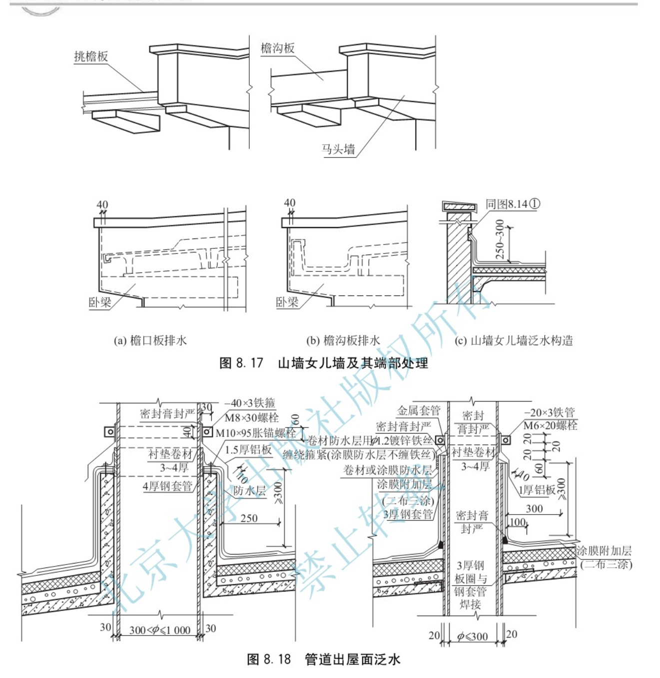
图 8.15 内天沟构造

图 8.16 长天沟外排水构造

的交接缝均与屋面流水方向平行，因受屋面坡度的影响，雨水侵入缝内的机会较少，其泛水可沿屋面做成。在山墙靠近檐口处，为封住挑檐或檐沟，其一般适当外挑以利外观(图 8.17)。外挑之墙被俗称为“马头墙”。“马头墙”用钢筋混凝土卧梁承托。

(2) 管道出屋面泛水。在厂房中常有生产设备管道、通风管道等伸出屋面，管道与屋面相交处的处理倘若不当，极易造成漏水。图 8.18 为管道出屋面泛水做法示例。

(3) 高低跨处泛水。当厂房出现平行高低跨且无变形缝时，高跨砖或砌块外围护墙由



(a) 檐口板排水　　(b) 檐沟板排水　　(c) 山墙女儿墙泛水构造

图 8.17　山墙女儿墙及其端部处理

图 8.18　管道出屋面泛水

柱子伸出的牛腿上搁置的墙梁来支撑。牛腿有一定高度，因此，高跨墙梁与低跨屋面之间必然形成一段较大空隙，这段空隙应采用较薄的墙封嵌。平行高低跨处泛水就是指这段空隙的防水构造处理。其构造做法如图 8.19 所示，分低跨无天沟和低跨有天沟两种。

6. 屋面变形缝

单层厂房屋面变形缝主要有等高跨处变形缝和高低跨处变形缝。

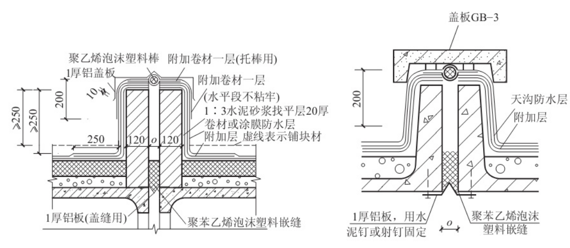
(1) 等高跨处设变形缝包括横向变形缝和纵向变形缝。横向变形缝须在变形缝两侧，屋面板端肋处设置 120mm 厚矮墙[图 8.20(a)]。纵向变形缝则有两种做法：①变形缝两侧设有槽形天沟板[图 8.20(b)]；②变形缝两侧直接在屋面上做天沟[图 8.20(c)]，这时就需要在屋面板边肋上砌 120mm 厚的矮墙。无论是砌矮墙还是设槽形天沟，在矮墙上或沟壁上，均需进行盖缝防水处理。缝的上部应设置能适应变形的铝盖板或预制钢筋混凝土盖板盖缝，缝内用聚苯乙烯泡沫塑料嵌缝。铝板质量轻、防水性能好、造价较高，预制钢筋混凝土盖缝

(a) 低跨无天沟

(b) 低跨有天沟

图 8.19 高低跨处泛水构造

板耐久性好，但构件较重。



(a) 横向变形缝

(b) 纵向变形缝(两侧天沟板)

图 8.20 等高跨处变形缝的构造

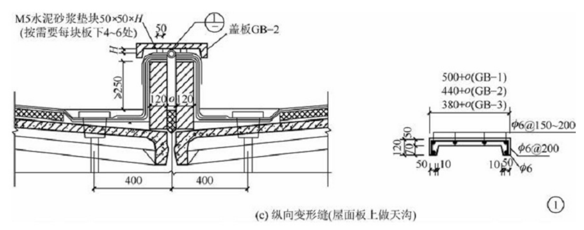


图 8.20　等高跨处变形缝的构造(续)

(2) 高低跨处设变形缝包括平行高低跨处和纵横跨相交处。其构造做法如图 8.21 所示，采用附加卷材铝板盖缝，并保证变形的要求。

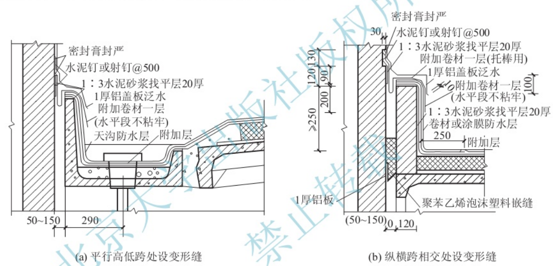


图 8.21　高低跨处变形缝的构造

8.4.2　钢筋混凝土构件自防水屋面

钢筋混凝土构件自防水屋面，是利用钢筋混凝土板自身的密实性，对板缝进行局部防水处理而形成防水的屋面。构件自防水屋面具有省工、省料、造价低、施工方便、维修容易等优点。一般每平方米构件自防水屋面较卷材防水屋面可减少 35 kgf(1 kgf＝9.806 65 N)静荷载，相应地也减轻了各种结构构件的自重，从而节省了钢材和混凝土的用量，降低屋顶造价。但也存在一些缺点，例如，混凝土暴露在大气中容易风化和碳化等；板面容易出现后期裂缝而引起渗漏；油膏和涂料易老化；接缝的搭盖处易产生飘雨；等等。增大屋面结构厚度、提高施工质量，控制混凝土的水灰比，增大混凝土的密度，从而增加混凝土的抗裂性和抗渗性，或在屋面板的表面涂防水涂料等，是提高钢筋混凝土构件自防水性能的重要措施。钢筋混凝土构件自防水屋面目前在我国南方和中部地区应用较广泛。

钢筋混凝土构件自防水屋面板有钢筋混凝土屋面板、钢筋混凝土 F 板。根据板的类型不同，其板缝防水处理方法也不同。

1. 板面防水

钢筋混凝土构件自防水屋面板要求有较好的抗裂性和抗渗性，应采用较高强度等级的混凝土(C30～C40)。确保骨料的质量和级配，保证振捣密实、平滑、无裂缝，控制混凝土的水灰比，增大混凝土的密度，增强混凝土的抗裂性和抗渗性。

2. 板缝防水

根据板缝防水方式的不同，钢筋混凝土构件自防水屋面分为嵌缝式、贴缝式和搭盖式3种构造。

(1) 嵌缝式防水构造。嵌缝式防水构造是利用大型屋面板做防水构件，板缝用油膏等弹性防水材料嵌实，板缝分为横缝、纵缝、脊缝。板缝防水尤其是横缝防水是这类屋面防水的关键。缝内应先清扫干净后用C20细石混凝土填实，缝的下部在浇捣前应吊木条，浇捣时预留20～30mm的凹槽，待干燥后涂冷底子油，嵌填油膏。嵌缝油膏的质量是保证板缝不渗漏的关键，要求有良好的防水性能、弹塑性、黏附性、耐热性、防冻性和抗老化性，还应取材方便、便于制作和施工、造价适宜，可根据当地具体条件选用。嵌缝式防水构造如图8.22所示。

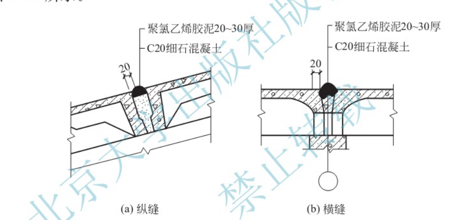


图8.22 嵌缝式防水构造

(2) 贴缝式防水构造。当采用的油膏的韧性及抗老化性能较差时，为保护油膏，减慢油膏的老化速度，可在油膏嵌缝的基础上，再在板缝处粘贴上卷材条(油毡玻璃布或其他卷材)，便构成了贴缝式防水构造，如图8.23所示。这种构造自防水屋面的防水性能优于嵌缝式，贴缝的卷材在纵缝处只要采用一层卷材即可；横缝和脊缝处，由于变形较大，宜

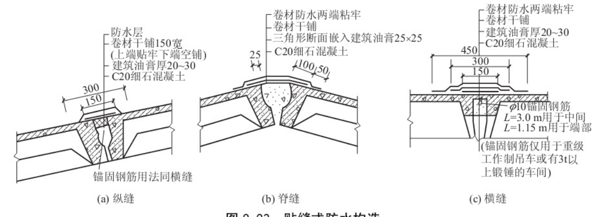


图8.23 贴缝式防水构造

采用两层卷材，每种缝在卷材粘贴之前，先要干铺(单边点贴)一层卷材，以适应变形需要。

嵌缝式和贴缝式构件自防水屋面的天沟(或檐沟)及泛水、变形缝等局部位置，也均应采用卷材防水做法。

(3) 搭盖式防水构造。搭盖式构件自防水屋面的构造原理和瓦材相似，是利用钢筋混凝土F形屋面板做防水构件，板的纵缝上下搭接，横缝和脊缝用盖瓦覆盖(图8.24)。这种屋面安装简便、施工速度快，但板型较复杂、不便于生产，在运输过程中易损坏，盖瓦在振动影响下易滑脱，屋面易渗漏。

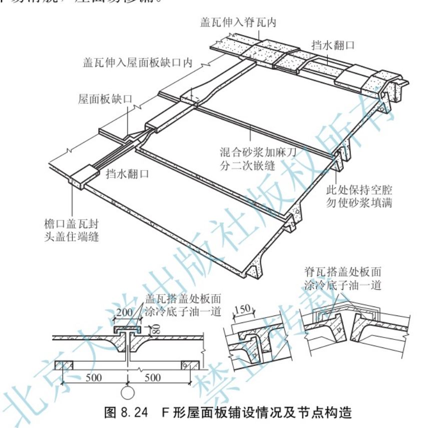


图8.24　F形屋面板铺设情况及节点构造

8.4.3　波形瓦(板)防水屋面

波形瓦(板)防水屋面常用的有石棉水泥波形瓦、压型钢板瓦、镀锌铁皮波形瓦和钢丝网水泥波形瓦等。它们都采用有檩体系，属轻型瓦材屋面，具有厚度薄、质量轻、施工方便和防火性能好等优点。

1. *石棉水泥波形瓦屋面*

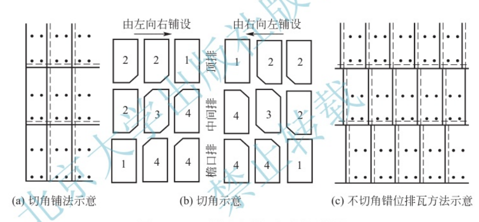
石棉水泥波形瓦的优点是厚度薄、质量轻、施工简便。其缺点是易脆裂，耐久性及保温隔热性差，所以主要用于一些仓库及对室内温度状况要求不高的厂房中。高温、高湿、振动较大、积尘较多、屋面穿管较多的车间以及炎热地区厂房高度较小的冷加工车间不宜采用。石棉水泥波形瓦规格有大波瓦、中波瓦和小波瓦3种。在厂房中常采用大波瓦。

石棉水泥波形瓦直接铺设在檩条上，檩条间距应与石棉水泥波形瓦的规格相适应，一般是一块瓦跨3根檩条。所以，大波瓦的檩条最大间距为1 300mm，中波瓦为1 100mm，小波瓦为900mm。檩条有木檩条、钢筋混凝土檩条、钢檩条及轻钢檩条等，采用较多的

是钢筋混凝土檩条。

石棉水泥波形瓦应顺主导风向铺设。横向间的搭接为 1.5 个瓦波；为防风和保证瓦的稳定，上下搭接长度应不小于 200mm，檐口处挑出长度不大于 300mm。在 4 块瓦的搭接处会出现瓦角相叠现象，从而引起瓦面翘起，因此在相邻 4 块瓦的搭接处，应随盖瓦方向的不同事先将斜对的瓦片进行割角，对角缝隙不宜大于 5mm。石棉水泥波形瓦的铺设也可采用不割角的方法，但应将上下两排瓦的长边搭接缝错开，大波瓦和中波瓦错开一个波，小波瓦错开两个波。

石棉水泥波形瓦与檩条的固定要牢固，但石棉水泥波形瓦性脆，对温湿度收缩及振动的适应性差，所以不能固定得太紧，要允许它有变位的余地。其做法是用挂钩保证固定，用卡钩保证变位，同时挂钩也是柔性连接，允许小量位移。为了不限制石棉水泥波形瓦的变位，一块瓦上挂钩数量应不超过两个，挂钩的位置应设在石棉水泥波形瓦的波峰上，并做密封处理，避免漏水，并应预先钻孔，孔径较挂钩直径大 2～3mm，以利变形和安装。挂钩不应拧得太紧，以垫圈稍能转动为度。镀锌卡钩可免去钻孔、漏雨等缺点，瓦材的伸缩性也较好，但不如挂钩连接牢固。因此，除檐口、屋脊等部位外，其余均可用卡钩与檩条连接，石棉水泥波形瓦的屋面铺设如图 8.25 所示。



(a) 切角铺法示意　(b) 切角示意　(c) 不切角错位排瓦方法示意

图 8.25　石棉水泥波形瓦屋面铺设

石棉水泥波形瓦在各种檩条上的固定与搭接节点如图 8.26 所示。

2. 镀锌铁皮波形瓦屋面

镀锌铁皮波形瓦是较好的轻型屋面材料，有良好的抗震性和防水性，在高烈度地震区应用比大型屋面板优越，适合一般高温工业厂房和仓库。但由于其造价高，维修费用大，目前很少使用。

镀锌铁皮波形瓦的横向搭接一般为一个波，上下搭接、固定铁件以及固定方法基本与石棉水泥波形瓦相同，但其与檩条连接较石棉水泥波形瓦紧密，屋面坡度比石棉水泥波形瓦屋面小，一般为 1∶7。

此外，尚有钢丝网水泥波形瓦以及可同时采光的玻璃钢波形瓦等。

3. 压型钢板瓦及彩色压型钢板瓦屋面

压型钢板分为单层钢板、多层复合板、金属夹芯板等。这类屋面板的特点是质量轻、耐锈蚀、美观、施工速度快。彩色压型钢板具有承重、防锈、耐腐、防水和装饰性好等特点，但造价较高。根据需要压型钢板也可设置保温、隔热及防结露层，金属夹芯板则直接

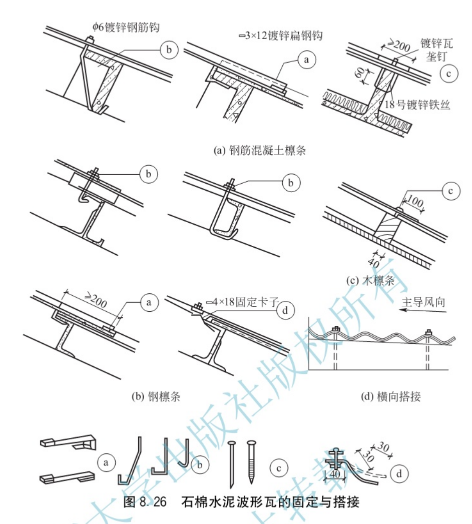


图 8.26　石棉水泥波形瓦的固定与搭接

具有保温、隔热的作用。

压型钢板瓦按断面形式有 V 形板、W 形板、保温夹芯板等，如图 8.27 所示。单层 W 形压型钢板瓦屋面构造如图 8.28 所示。

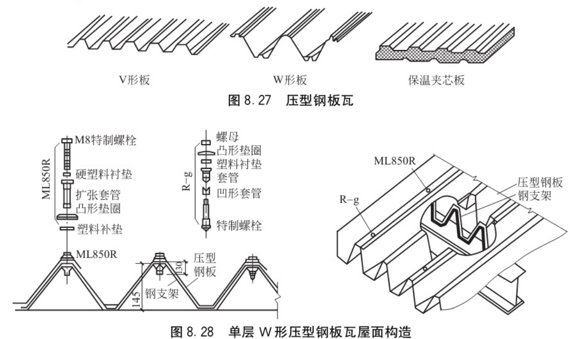


图 8.27　压型钢板瓦

图 8.28　单层 W 形压型钢板瓦屋面构造

8.5 厂房屋面保温与隔热

8.5.1 屋面保温

在冬季需采暖的厂房中，屋面应采取保温措施。其做法是在屋面基层上按热工计算增设一定厚度的保温层。保温层可铺在屋面板上、设在屋面板下和夹在屋面板中间(图8.29)。

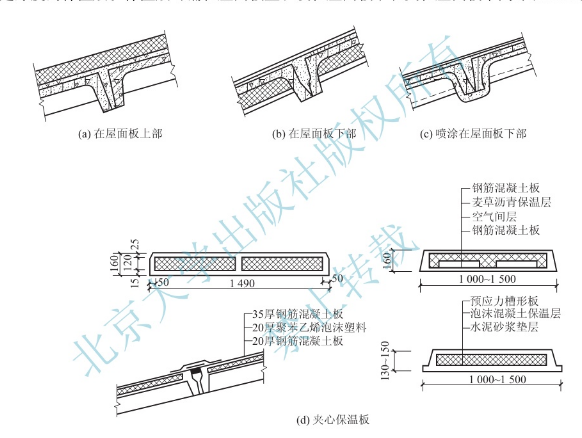


图8.29 保温层设置的不同位置

屋面板上铺设保温层的构造做法与民用建筑平屋顶相同，在厂房屋面中也广为采用。

屋面板下设保温层主要用于构件自防水屋面，其做法可分为直接喷涂和吊挂两种。直接喷涂是将散状材料拌和一定量水泥而成的保温材料，如水泥膨胀蛭石[配合比按体积，水泥∶白灰∶蛭石粉＝1∶1∶(8～5)]等用喷浆机喷涂在屋面板下，喷涂厚度一般为20～30mm。吊挂固定是将很轻的保温材料，如聚苯乙烯泡沫塑料、玻璃棉毡、铝箔等固定、吊挂在屋面板下面。实践证明，不管是喷涂或吊挂的做法，施工均较复杂，使用效果也不够理想。

夹心保温屋面板具有承重、保温、防水三种功能。其优点是能叠层生产、减少高空作业、施工进度快；它的缺点是不同程度地存在着板面、板底裂缝，板较重，温度变化引起板的起伏变形，以及热桥等问题。这种做法在我国部分地区有所使用。图8.29(d)所示是

几种夹心保温屋面板。

为减少屋面工程的施工程序，可将屋面板连同保温层、隔汽层、找平层及防水层等均在工厂预制好，运至现场组装成屋面，接缝处再贴以卷材防水条(图 8.30)，则可减少现场作业，加快施工进度，保证质量，并可少受气候影响。

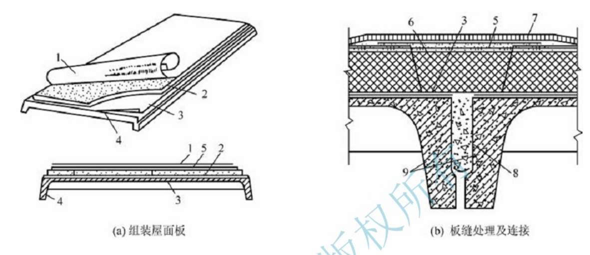


图 8.30　现场组装卷材防水层屋面构造

1—防水层；2—保温层；3—隔汽层；4—屋面板；5—找平层；
6—陶粒混凝土层；7—油毡条；8—细石混凝土；9—屋面板

8.5.2　屋面隔热

厂房的屋面隔热措施同民用建筑。当厂房高度低于 8m，且系采用钢筋混凝土结构屋盖时，必须考虑屋面辐射热对工作区的影响，屋面应采取隔热措施。可根据屋面构成、防水措施、内部使用情况等采用通风屋面或种植屋面等。

本 章 小 结

1. 屋面基层分有檩体系和无檩体系，无檩体系应用较广。

2. 厂房屋面排水方式可分为有组织排水和无组织排水(自由落水)两种，有组织排水又分有组织内排和有组织外排水两种。有组织外排水根据排水组织和位置的不同，又分为长天沟外排水、檐沟外排水、女儿墙边天沟外排水、内落外排水。

3. 屋面排水应进行排水组织设计。选择排水方式；划分排水区域；确定排水坡及排水方向；选定合适的雨水管管径，雨水斗型号；确定雨水管个数及位置。

4. 单层厂房的屋面防水主要有卷材防水、钢筋混凝土构件自防水和各种波形瓦(板)屋面防水等类型。卷材防水屋面在单层工业厂房中应用较为广泛，分为保温和非保温屋面两种。其接缝、挑檐、纵墙外檐沟、天沟泛水、变形缝等部位在构造上比较复杂。

5. 厂房屋面保温可采用保温层铺在屋面板上、设在屋面板下和夹在屋面板中间。屋

面板上铺设保温层的构造做法与民用建筑平屋顶相同，在厂房屋面中也广为采用。

知识拓展——种植屋面构造

种植屋面适用于夏热冬冷地区和部分寒冷地区的建筑屋面，可满足夏季隔热、冬季保温和改善环境的要求。屋面坡度为1%～3%。考虑到种植屋面防水工程翻修困难，种植屋面防水等级均按Ⅱ级防水等级的要求设防。

种植屋面种植介质的选用和种植物的选配，宜由个体工程设计根据当地的气候条件和其他实际情况并商请有经验的园艺师共同确定。一般选用浅根植物，种植介质厚度为100～300mm。

“豫港架空式种植屋面系统”适用于工业与民用建筑屋面。该种植屋面主要由结构层、找坡层、保温层、找平层、结合层(隔离层)、防水层、架空排水层、过滤层、种植介质层和微喷灌溉系统等组成，根据不同地区的气候特点、单体建筑情况选择不同构造。种植屋面构造示意如图8.31所示。

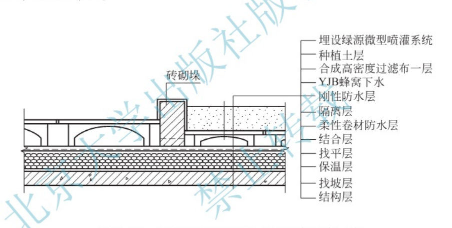


图8.31 豫港架空式种植屋面系统构造示意

其中YJB架空蜂窝排水板层主要优点是利于通风隔热、利于滤水排水、耐腐蚀、抗老化、不容易堵塞、易维修、质量轻、强度大等。

本 章 习 题

1. 单层厂房屋面的特点有哪些(区别于民用建筑屋面)?

2. 简述单层厂房屋面基层类型及组成。

3. 单层厂房屋面排水有哪几种方式? 各适用于哪些范围? 屋面排水是如何组织的? 排水装置包括哪些? 试画出屋顶平面图并表达排水方式。

4. 单层厂房屋面排水坡度与哪些因素有关? 卷材防水常用的屋面坡度是多少? 其他防水屋面常用的坡度是多少?

5. 单层厂房卷材防水屋面与民用建筑卷材防水屋面有什么不同? 单层厂房卷材防水

屋面的接缝、挑檐、纵墙外檐沟、天沟泛水、变形缝等部位在构造上应如何处理？试画出各节点构造图。

6. 钢筋混凝土构件自防水屋面有什么特点？它有什么优缺点？它有哪些类型？构件自防水屋面在屋面板构件上有什么要求？板缝处理有哪几种？试画出节点图。

7. 如何处理厂房屋面保温与隔热？哪种保温方法最好？

